Die Bedeutung der Saarbelastung für die Arealdynamik und Struktur von Molluskenpopulationen

Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von
Alois Schäfer

Saarbrücken

1975

DIE BEDEUTUNG DER SAARBELASTUNG FÜR DIE AREALDYNAMIK UND STRUKTUR VON MOLLUSKEN-POPULATIONEN

Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von
Alois Schäfer
Saarbrücken

Saarbrücken 1975

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Der Dekan: Prof. Dr. F. Hiller

Berichterstatter: Prof. Dr. P. Müller
Prof. Dr. J. Schmithüsen

Tag der letzten Prüfungsleistung: 30.1.1975

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einleitung und Problemstellung	2
2	Methode	
2.1	Auswahl der Fundorte	8
2.2	Erfassung der Molluskenpopulationen	16
2.3	Chemische und physikalische Untersuchungen	22
3	Hauptteil	
3.1	Hydrographie der Saar	31
3.2	Beschreibung der Fundorte	45
3.3	Die Belastung der Saar	113
3.3.1	Die Wärmebelastung der Saar	116
3.3.2	Die Abwasserbelastung der Saar	142
4	Diskussion	172
5	Zusammenfassung	209
6	Literatur	215
7	Anhang	275

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Das Vorkommen eines Organismus an einer bestimmten Stelle hat ökologische, populationsgenetische und historische Ursachen (MÜLLER 1974). Dabei ermöglicht die ökologische Valenz (HESSE 1924) der Tier- oder Pflanzenart das Vorkommen an Erdstellen, deren Gesamtbedingungen nicht im Widerspruch zu den Lebensansprüchen der betreffenden Art stehen (BALOGH 1958, MÜLLER 1973,1974). Aus der Zusammensetzung bestimmter Umweltfaktoren entstehen Standorte, die sich wiederholen können und durch sich ebenfalls wiederholende Artenkombinationen gekennzeichnet sind (BRAUN-BLANQUET 1928, DU RIETZ 193o, SCHWENKE 1953, BALOGH 1958, ANT 1967a, SCHMITHÜSEN 1968). Abiotische und biotische Faktoren haben demnach einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Population an der betreffenden Stelle. Dadurch werden Organismen zu Indikatoren für die dort herrschenden Umweltbedingungen (MÜLLER 1972).

Die Reaktion von Lebewesen auf Milieuveränderungen gilt in der Hydrobiologie als Maßstab zur Bewertung von Belastungen limnischer Ökosysteme (AMBÜHL 1966; ANT 1966,1967a,1967b; Arbeitsgemeinschaft UMWELT 1972; BADCOCK 1953; BANDT 1946; BANDT & ALBRECHT 1959; BITTMANN 1957, BRESLAU 1926; EBELING 1957; HUBER 1957; KROGH 193o; LIEBMANN 1961,1962; SHADIN 1961; SLANINA 1958; STEINMANN & SURBECK 1918; VIEHL 195o; WEIMANN 1958).

Die unterschiedliche Zusammensetzung der Biocoenosen in verschiedenen Belastungsstufen und Selbstreinigungsphasen führte, durch empirische Ermittlung des Vorkommens einzelner Tier- und Pflanzenarten in den jeweiligen Saprobitätsstufen, zur Aufstellung von Saprobiensystemen. Die Diskussion um diese, nicht

auf physiologischen Untersuchungen basierenden, Systeme, zeigt die Problematik um die Bioindikatoren im limnischen Bereich (BECK 1954; BEER 1964; BERG 1948; BUNGE 1888; CASPERS 1966; CASPERS & KARBE 1966; CASPERS & SCHULZE 196o,1962,1964; DITTMAR 1959; DUSSART 1966; ECKHOLDT 1959; ELSTER 1962,1968; FJERDINGSTAD 1964,1965; GROSSE-BOHLE 19oo; HAVRANEK 1966; HYNES 196o; KLAPPER 1963a,1963b; KNÖPP 196oa, 1962; KOHLER, WONNEBERGER & ZELTNER 1973; KOHLER, ZELTNER & BUSSE 1972; KOLKWITZ 1929,195o; KOLKWITZ & MARSSON 19o2,19o8,19o9; KRAUSE 1959,1964; LIEBMANN 1947; MÄDLER 1964; MARGALEFF 1955; POTONIE 19o4; SLADECEK 1961,1964a,1965,1966; SRAMEK-HUSEK 1956; STEINMANN & SURBECK 1922; THOMAS 1944; TÜMPLING 1966, 1968; TÜMPLING & ZIEMANN 1961; WILHELMI 1914; WUHRMANN, EICHENBERGER, KRÄHENHÜBEL & RUCHTI 1966; ZAHNER 1965; ZELINKA & MARVAN 1961,1966; ZIMMERMANN 1961).

Die Bedeutung der biologischen Methodik als Ergänzung und Verdeutlichung physikalisch-chemischer Untersuchungen bleibt dennoch unbestritten (LIEBMANN 1962; ELSTER 1966; SCHWOERBEL 1966,1971,1974). Nur mit Hilfe von Organismen und ihrer Reaktion auf Milieuveränderungen können pessimale Bedingungen im Vorfluter aufgezeigt werden, die nicht zum Zeitpunkt der Untersuchung herrschen. Zusammen mit der analytischen Untersuchungsmethodik ermöglichen biologische Methoden die Beurteilung des Zustandsbildes eines Gewässers (BEER 1958b,1961,1962; BICK 1962,1963; BREITIG 1961; BRINGMANN, KÜHN & LUDEMANN 1962, BUCK 1959; BUCKSTEEG 1961,197o; BUCKSTEEG & DIETZ 1957; BUCKSTEEG & THIELE 1959; CASPERS 1948,1951,1953,1954a,1954b,1955,1957, 1958,1962,1964; CASPERS & MANN 1961; EICHENBERGER & WUHRMANN 1966; EIDEL 1933, ELSTER 1955,1958,1961, 1963,1966; ELSTER & STEPANEK 1967; EMMERLING 1914; GUTH, HÄUSER & ZITEK 1918; HENTSCHEL 1923;

HERBST 1953, HILD 196o; HÖLL 1958; HUSMANN 1966,197o; HYNES 1968; ILLIES 1952,1953,1955,1958,1961a,1961b, 1963; KLUT & OLSZEWSKI 1945; KNÖPP 1954,1955a,1955b, 1957,1958,1961,1964,1965,1967,1968; KOLKWITZ 1911; KOTHE 1961,1962; KÜHN 1939; LAUTERBORN 19o1,19o3,1913, 1915a,1915b,1916,1917,1918; LIEBMANN 1953,1954,1955, 1959a,1959b,196o,1961,1962,1969; LIEPOLT 1966, MÄDLER 1953, MANN 1964,1969; MAUCH 1963; MÜLLER G. 1967,1969; MÜLLER K. 1954,1965,1966; NAUMANN 1932; ODUM 1959; OHLE 1933,1952,1955,1958,1962,1964a,1964b, 1968; ORGHIDAN 1959; PANTLE 1956,196o; PANTLE & BUCK 1955; PESTA 1931; RICHTER 1959; RUTTNER 1962; SERNOW 1958; SLADECEK 1964b; SCHÄFER, KLAUSEWITZ & TOBIAS 1971; SCHÄPERCLAUS 1933; SCHERER 1933; SCHERER 1965; SCHMASSMANN 1951,1955; SCHMIDT-RIES 1958; SCHWOERBEL 1959,1961,1964,1966,1967,1968,1969,1971,1972,1974; SCHWOERBEL & TILLMANNS 1964; STEINMANN 19o7; STURZ & KNÖPP 1958; THIENEMANN 19o9,1912a,1912b,1925,1926, 1928,1956; TÜMPLING 196o,1962,1965; TÜMPLING & MÜLLER 1961; WALTER & SCHARF 1961; WEIMANN 196o).

SCHWOERBEL (1971) unterscheidet innerhalb des Selbstreinigungsvorgangs in einem Gewässer Organismen, die direkt vom Substrat abhängig sind und solche, die die herrschenden Milieubedingungen tolerieren. Untersuchungen über die Indikatoreigenschaft der ersten Gruppe, der ausschließlich Mikroorganismen angehören, brachten unterschiedliche Ergebnisse (BACKHAUS 1967,1968,1974; BICK 1957,196o,1964, BRINGMANN 197o; BRINGMANN & KÜHN 1956,1958a,1958b,1959a,1959b,196oa,196ob,1962, BUCK 1956; FRIEDRICH 1973; KNÖPP 1959a,1959b,196ob; KOWALCZEWSKI & LACK 1971, OVERBECK 1968a,1968b,1972a, 1972b,1974; PRINGSHEIM 1959; REICHARDT & SIMON 1972; RODINA 1961,1963; ROUND 1969; SRAMEK-HUSEK 1958; SCHEURING 1955; SCHEURING & HÖHNL 1956, SCHEURING & ZEHENDER 1962; STANGE-BURSCHE 1964; VAICUM,

GODEANUS & SIRBU 1966; VENTZ 1964; WRIGHT & HOBBIE 1966; WUHRMANN 1945; WUHRMANN & KOESTLER 195o; WUHRMANN & WOKER 1953).

Untersuchungen über die Ökologie höherer Organismen beschränken sich dagegen überwiegend auf die Bedeutung einzelner oder weniger Umweltfaktoren (ALTNÖDER 1926; BREHM 1932,1943; BROCKMEIER 1896; EDWARDS & OWENS 1962; FRETTER & GRAHAM 1962; FRÖMMING 1936,1956; GESSNER 1937,195o,1955,1959; GESSNER & PANNIER 1958; HILBERT 1919; HUBENDICK 1957; ISRAEL 1913; IVERSON & OLSEN 1943; JAECKEL 1952; KOHLER 1972; KOHLER, VOLLRATH & BEISL 1971; KOLKWITZ 1935; KOPECKY 1966; KRAUSE 1972; MÄRKEL 1958; MENTZEN 1926; MIEGEL 1963; MORTON 1967; NEUMANN 1959,196o,1961a,1961b,1961c; PASCHER 1913-1932; PERCIVAL & WHITEHEAD 1929; PRUS 1971; PURCHON 1968; REMMERT 1969; SEIDEL 1966, SHADIN 1935; SCHÄFER 1953a,1953b; SCHNITTER 1922; SCHWENCKE & SCHWOERBEL 1973; SCHWERTFEGER 1963; STRASKRABA 1968; STRENZKE 1957,196o,1964; THIEL 1926,1928a,1928b; WARNECKE 1936, WELLMANN 1938; WENZ 1944; WESENBERG-LUND 1939; WILLER 1922; WUNDSCH 1922; ZAHNER 1959). Die Rolle der Bioindikatoren im Stoffhaushalt limnischer Ökosysteme bleibt, wie diese Arbeiten zeigen, solange unbestimmt, bis umfassende Untersuchungen über die ökologische Valenz der Organismen vorliegen (SCHWOERBEL 1974).

Eine Möglichkeit, die Belastung von Gewässern ohne die Verwendung von Indikatorarten zu beurteilen, zeigt KOTHE (1962) mit der Methode des "Artenfehlbetrages". Sie bewertet die Abnahme der Artenzahl von Populationen im Vergleich zu unbelasteten Stellen im Vorfluter als Kriterium für die Intensität der Belastung. Die Angabe des Artenfehlbetrages erfaßt lediglich Veränderungen des Artenspektrums, berücksichtigt aber nicht die zur Charakterisierung von

Populationen wesentlichen Abundanz- und Dominanzverhältnisse (vgl. THIENEMANN 1918,192o).

Die vorliegende Arbeit verbindet Artenzahl und Abundanzstruktur zur Beschreibung der Molluskenpopulationen im Belastungsabschnitt der mittleren Saar. Ausgehend von der Erfassung der Molluskenfauna und der gegenwärtigen Saarbelastung leistet die Arbeit einerseits einen Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung von Mollusken, im Sinne von DE LATTIN (1967) und MÜLLER & SCHREIBER (1972) und verdeutlicht andererseits am Beispiel der Saar die Bedeutung anthropogener Belastung der Fließgewässer auf Verbreitung, Ausbreitung und Struktur von Molluskenpopulationen. Diese erste umfassende Bearbeitung der Saar ermöglicht, durch die Darstellung hydrographischer und biogeographischer Aspekte vor der Kanalisierung, vergleichende Untersuchungen über die Auswirkung der Belastung nach Fertigstellung des Saar-Kanals (vgl. LIEBMANN 1961, BAUER 1971).

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Paul Müller für die Überlassung der Arbeit bedanken. Sein lebhaftes Interesse am Fortgang der Arbeit, seine großzügige Unterstützung und wertvollen Anregungen trugen wesentlich zum erfolgreichen Abschluß der vorliegenden Untersuchung bei.
Weiterhin bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern der Abteilung Biogeographie des Geographischen Instituts der Universität des Saarlandes für ihre Hilfe bei den Freilandarbeiten.
Herrn Prof. Hohorst, Frankfurt, danke ich für seine Anleitungen zur Präparation von Genitalpräparaten der Gattung Radix. Für ihre Hinweise zur Bearbeitung der Mollusken möchte ich Herrn Dr. Jungbluth, Heidelberg, und Herrn Dr. Paget, Wien, danken. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Adolf Zilch, der die Bestimmung meiner Molluskenfunde überprüfte und mir durch sein freundliches Entgegenkommen die Auswertung der Bivalviasammlung des Senckenbergmuseums ermöglichte.
Den Mitarbeitern des Abwasserverbandes-Saar (AVS), des Amtes für Wasserwirtschaft und Abfallbeseitigung (WWA) und des Wasser- und Schiffahrtsamtes (WSA)

danke ich für ihre Hilfe. Herrn Jennewein vom WSA bin ich für seine großzügige Unterstützung zu besonderem Dank verpflichtet. Dank seiner Vermittlung konnte ich u.a. die Schiffe des WSA für die Erstellung der Längsprofile benutzen.
Herrn Dr. Lauffer, vom Landesarchiv Saarbrücken, danke ich für die Bereitstellung des umfangreichen Materials aus der Zeit um die Jahrhundertwende bis zum 2. Weltkrieg.

Meiner Frau Elfi möchte ich ebenfalls an dieser Stelle für ihre Hilfe danken. Ihr Verständnis und ihre Unterstützung haben einen wesentlichen Anteil am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit.

2. METHODE

2.1 Auswahl der Fundorte

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Saarbelastung und den Veränderungen von Molluskenpopulationen in ihrer Verbreitung, Artenzusammensetzung und Individuenhäufigkeiten wurde die Auswahl der Probestellen nach den Erfordernissen folgender Arbeitsschritte getroffen:

- Erfassung der gegenwärtigen Verbreitung von Mollusken in der Saar
- Intensivere Untersuchung der Hauptbelastungszone im Raum Saarbrücken-Völklingen
- Vergleich der gegenwärtigen Verbreitung der Mollusken mit den Fundortangaben der Besammlung zu Beginn unseres Jahrhunderts (19o7 - 1914)

Die Erfassung der gegenwärtigen Verbreitung von Molluskenpopulationen in der Saar erforderte eine gleichmäßige Verteilung der Untersuchungsstellen über den gesamten Flußlauf. In Gutachten über den biologischen Zustand der Saar (KNÖPP 1955/56; 1957/58; KOTHE 1959/6o, 197o/71; MAUCHER 1965/66, 1968)* wurde mehrfach die Auffassung vertreten, daß die Einmündung relativ unbelasteter Nebenflüsse (z.B. Nied) im Bereich der mittleren und unteren Saar eine Verbesserung der Wassergüte mit einer Zunahme der Makrobenthosfauna zur Folge hätte. Diese für die Interpretation der gegenwärtigen Verbreitung von Mollusken wesentliche Aussage mußte durch Untersuchungen der Nebenflußmündungen und des Mündungsbereiches in der Saar auf ihre Aussagefähigkeit für Molluskenpopulationen überprüft werden.
Die Karte der Fundorte zeigt die Lage der Saarprobestellen (schwarzes Dreieck) und die untersuchten Nebenflußmündungen (Pfeil mit weißer Spitze).

---

* unveröffentlichte Gutachten der BfG

Zum Vergleich mit dem Zustand der Saar bei der Mündung wurde eine Probestelle in der Mosel vor der Saarmündung in das Untersuchungsprogramm mit aufgenommen (Stelle: 55)(Abb.: 1,2).
Die Einzelabbildung der Fundorte im Bereich Saarbrücken war in diesem Maßstab nicht mehr möglich (siehe Abb.: 3)
Nach den Ergebnissen der oben zitierten Gutachten über den biologischen Zustand der Saar, dem Zwischenbericht des Forschungsvorhabens über den Einsatz von Fernerkundungsverfahren zur Feststellung von Umweltschäden, durchgeführt für den Bereich der mittleren Saar (SCHNEIDER 1972) und der Auswertung eigener Saarbereisungen, ist der Ballungsraum Saarbrücken - Ensdorf als Hauptbelastungsstrecke der Saar anzusehen. Eine besondere Rolle in der Gesamtbelastung spielt die Rossel (LIEBSCHNER 197o). Dieser übermässig verschmutzte Fluß mit seinen hohen Schlammfrachten und hoher organischer und anorganischer Belastung (DEWES 1968) beeinflußt den gesamten anschließenden Saarlauf.
Eine Häufung der Untersuchungsstellen in diesem Bereich, zwischen Saarbrücken und Ensdorf, konnte ein genaues Bild der sukzessiven Veränderung der Molluskenpopulation in Artenzusammensetzung und Abundanzen einerseits und der zunehmenden Belastung andererseits geben.
Der zweite Untersuchungsschwerpunkt ist der Rückstau des Kraftwerkes Mettlach. Der Bau dieses Kraftwerkes (1923 - 1925) ist der einzige wesentliche Eingriff in den Flußlauf nach dem Vergleichszeitraum 19o7 - 1914.
Die Untersuchung dieses Abschnittes ist für den Vergleich der Verbreitung von Mollusken von entscheidender Bedeutung. Hier kann die Auswirkung der Stauhaltung auf den gesamten Stoffhaushalt und auf die Biocoenosen deutlich gemacht werden.

So stand die Beantwortung der Frage nach dem Einfluß der Mündung unbelasteter Nebenflüsse auf eine Milieuverbesserung des durch den Abbau von Kohleschlamm aus dem saarländischen Revier und aus der Schlammfracht der Rossel gekennzeichneten Stoffhaushaltes des Stausees im Vordergrund der Untersuchungen (vgl. Tagesprofil des Sauerstoffgehaltes beim Wehr Mettlach).
Der dritte Auswahlaspekt erscheint selbstverständlich. Die Beurteilung der Arealdynamik von Populationen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ist nur durch die Besammlung der gleichen Fundorte möglich.
Aus diesem Grund wurden vor allem die Fundstellen der unteren Saar nach den Fundortangaben der Besammlungen zwischen 19o7 und 1914 ausgewählt.

Fundorte

	Name	Flußkilometer
1.	Quelle Sarre Blanche	
2.	Abreschwiller	17 v. Q. Saare Rouge
3.	Hermelange	23 "
4.	Hoff bei Sarrebourg	33 "
5.	Oberstinzel	41 "
6.	Romelfing	52 "
7.	Zollingen	65 "
8.	Herbitzheim	91 "
9.	Sarreinsming	1o1 "
1o.	Saargemünd	11o "
11.	Hanweiler	11o,3 "
12.	Auersmacher	117,5 "
13.	Güdingen	o,3 saarl. Km
14.	Saarbrücken, St. Arnual	2,6 "
15.	Saarbrücken, Undine	5,3 "
16.	" RCS	5,9 "
17.	" Bismarckbrücke	6,3 "
18.	" Amtsgericht	6,6 "
19.	" Alte Brücke	7,o "
2o.	" Wilhelm-Heinrich-Brücke	7,3 "
21.	" Luisenbrücke	7,7 "
22.	" Schleuse	8,3 "
23.	" Haus der Gesundheit	9,1 "
24.	" Messegelände	9,8 "
25.	" Burbacher Hütte	1o,7 "
26.	" Kanuclub Burbach	11,6 "
27.	Völklingen, Luisenthal	16,9 "
28.	" Schleuse	19,8 "
29.	" Rosselmündung	2o,6 "
3o.	" Hostenbach	22,3 "
31.	Wadgassen, Bistmündung	24,7 "
32.	" Eisenbahnbrücke	25,1 "

	Name	Flußkilometer	
33.	Lisdorf, Pumpwerk des Kraftwerks Ensdorf	27,7	Saarl. Km
34.	Lisdorf	29,3	"
35.	Pachten, Saarbrücke	39,6	"
36.	" Primsmündung	39,9	"
37.	Niedmündung	48,2	"
38.	Mechern	53,9	"
39.	Merzig	58,4	"
4o.	Besseringen, Wirtschaftsbrücke	62,5	"
41.	" Totarm der Saar	62,4	"
42	" Straßenbrücke	63,5	"
43.	Dreisbach	65,7	"
44.	" Salzbachmündung	65,9	"
45.	" Fähre Montclair	67,7	"
46.	" Steinbachmündung	68,o	"
47.	Wellesbachmündung	69,9	"
48.	Mettlach, Kraftwerk	71,7	"
49.	" Straßenbrücke	72,6	"
5o.	Saarhölzbach	76,3	"
51.	Hamm	25,7	Rhl.-Pf.-Km
52.	Saarburg	17,2	"
53.	Biebelhausen	12,7	"
54.	Konz, Eisenbahnbrücke	o,3	"
55.	Mosel vor Saarmündung	2oo,8	Moselkilometer

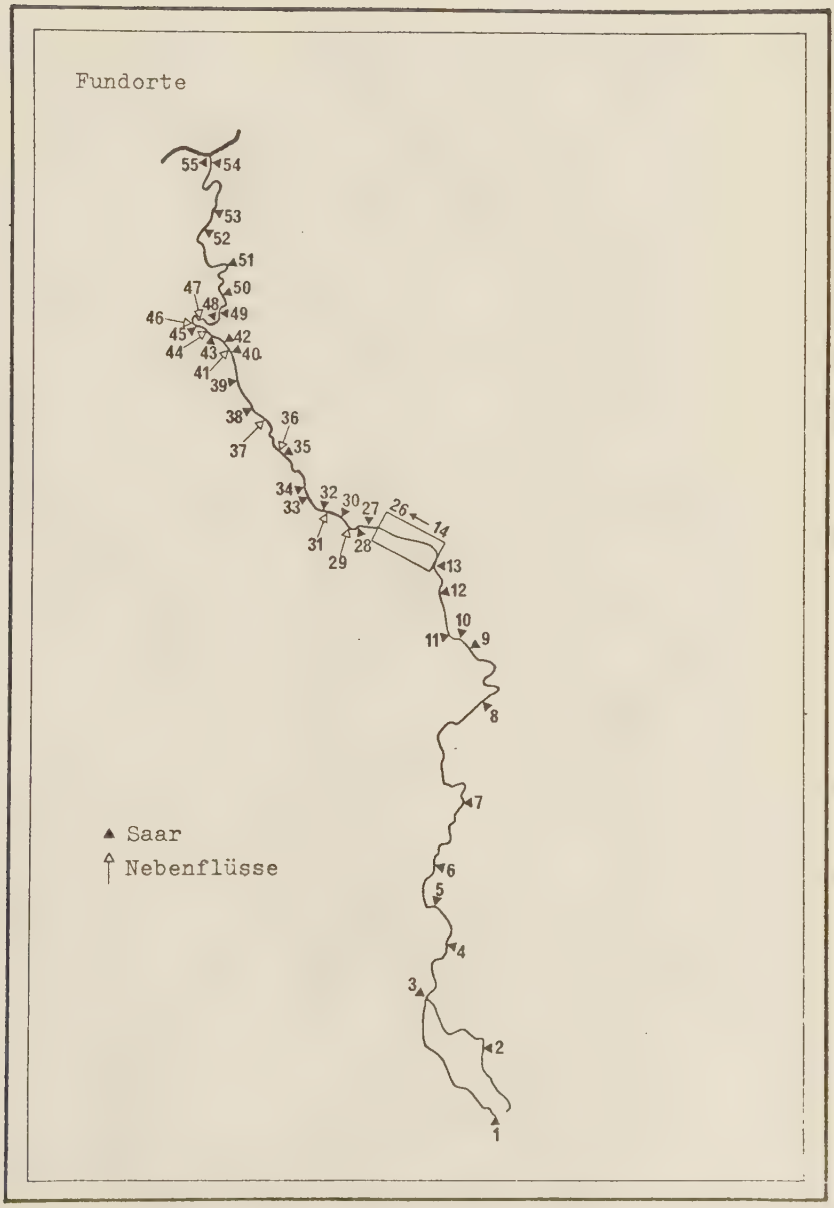
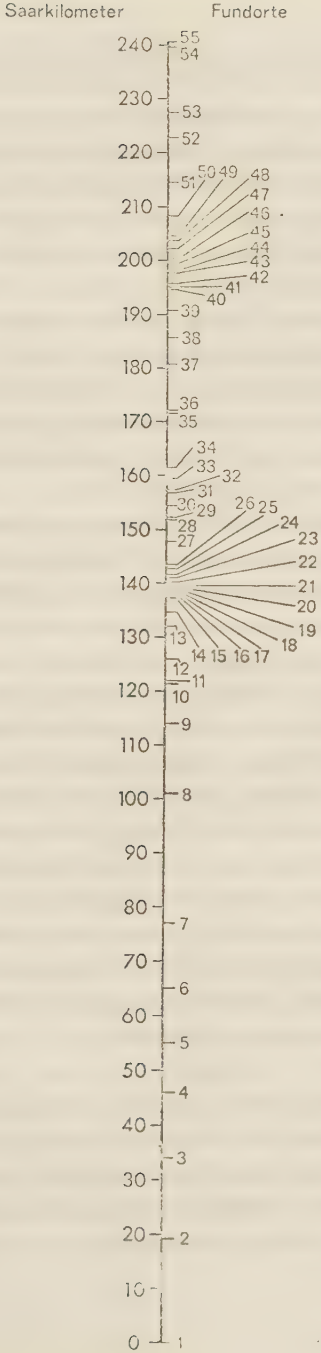

Fundorte
55
54
53
52
51
47
50
48
49
46
45
42
44
43
40
41
39
38
36
37
35
34
32
30
27
26
14
33
31
28
29
13
12
10
11
9
8
7
6
5
4
3
2
1
▲ Saar
⇧ Nebenflüsse

Abb. 1

SAARBRÜCKEN
ARNUAL
Sulzbach
Klarenthal
Geisbaudern
Heidstock
Ottenkessel
Pattlingen
Schafbrücke
Großrosseln
Sitzerawald
Sitzerawerke
Ludweiler
Warndt
Hellenhausen
Hofstraße
Hüttenstraße
Hohlgraben
Hohlgrabenhaus
Hohlgrabenbrücke
Hohlgrabenbrücke
Hohlgrabenbrücke


Saarkilometer
Fundorte
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

2.2. Erfassung der Molluskenpopulationen

Neben der Darstellung der Saarbelastung durch charakteristische abiotische Faktoren stand die Erfassung der Molluskenpopulationen der Saar im Vordergrund der Untersuchungen. Die Besammlungen erfolgten in den Sommerhalbjahren 1971 - 1973, jeweils von Mai bis Oktober und von April bis Juli 1974. Dabei wurde die gesamte Saar elfmal und der Untersuchungsschwerpunkt, das mittlere Saartal, monatlich mindestens zweimal bereist. Vor allem die Erfassung abiotischer Faktoren erforderte diese intensive Bearbeitung der Hauptbelastungszone.

Die Besammlung der Probestellen des flachen Oberlaufes und der mittellaufähnlichen Strecken der mittleren und unteren Saar erfolgte vom Ufer aus. Steine und Wasserflanzen wurden entweder mit der Hand abgesammelt oder mit Hilfe des Pfahlkratzers auf ihren Besatz untersucht. Bei kiesigem und sandigem Untergrund erfolgte die Besammlung mit einer Dretsche oder einem großen Pfahlkratzer. Die unterlaufähnlichen Staustrecken der Saar wurden, wenn die Uferbeschaffenheit keine andere Möglichkeit zuließ, vom Boot aus bearbeitet. Zusätzlich zu den oben beschriebenen Sammelgeräten waren an tiefen Stellen oder bei geringer Sichttiefe zur Untersuchung des Flußbodens und der abgelagerten Schlammschichten ein Bodengreifer (EKMANN-BIRGE) oder ein Schlammheber erforderlich.

Die Präparation des in 7o%igem Alkohol konservierten Materials erfolgte nach GEYER (1927) und PIECHOCKI (1966). Die Funde wurden nach BROHMER, EHRMANN & ULMER (1956) und ZEISSLER (1971) bestimmt und nach der Nomenklatur von ZILCH (1962) benannt.

Die Benennung der Vergleichsbesammlungen zu Beginn unseres Jahrhunderts entspricht ebenfalls dieser Vorschrift. Das gesammelte Schalen- und Alkoholmaterial befindet sich in der Sammlung der Abteilung für Biogeographie des Geographischen Institutes der Universität des Saarlandes.

Um die Auswirkungen der Saarbelastung auf Molluskenpopulationen zu verdeutlichen, wurden die Arten quantitativ erfasst. Die Schwierigkeiten dieses Arbeitsschrittes liegen einerseits in der Auswahl der geeigneten Sammelmethode und andererseits in der quantitativen Auswertung des gesammelten Materials. In der Sammelmethodik sind zwei Richtungen zu unterscheiden, das "bottom sampling" und die quantitative Untersuchung eines größeren Flußabschnittes. Dabei gilt die Besammlung erst dann als repräsentativ für die entsprechende Stelle, wenn bei wiederholtem Suchen keine neuen Arten mehr gefunden werden. (ALBRECHT 1952, 1959, 1961; ALLANSON u. KERRICH 1961; ALM 1922, 1924; ANDERSON 1959; ANT 1967, 1972; AUERBACH 1953; BADCOCK 1953; BAYES u. ANSELL 1964; BEAK 1938, BURBANEK u. ALLEN 1947; CROSSLAND 1962, CUSHING 1964; DITTMAR 1955; ELSTER 1933; GARNETT u. HUNT 1965; GROTE 1955; GÜNTHER 1963; HAIRSTON u. HUBENDICK 1958; JONASSON 1948; KAJAK 1963; LANG 193o; MACAN 1958; MAUCH 1963; MÜLLER 1954, 1965, MURRAY 1962; PERCIVAL u. WHITEHEAD 1929; REINECK 1962; RIETH 196o, 1961; SANDER 1957; SCHÄPERCLAUS 1939; SCHRÄDER 1932; STEINMANN 19o7; THIENEMANN 1912; WHITLEY 1962, WUNDSCH 1924)

Ebenso sind in der Auswertung quantitativer Besammlungen zwei Hauptrichtungen zu unterscheiden (MAUCH 1963). Einerseits werden absolute Individuenzahlen oder Gewichtsmengen pro Flächeneinheit ermittelt, andererseits werden Abundanzklassen nach Schätzung der Individuendichte angegeben (ANT 1967, 1972, BEER 1961, KNÖPP 1955, PANTLE & BUCK 1955,

SRAMEK-HUSEK 1946, 1947, 1956 TÜMPLING 196o).
Die Genauigkeit der Angabe absoluter Individuenzahlen wird häufig überschätzt (ELSTER 1966). STEINMANN u. SURBECK (1918) und LIEBMANN (1962) sprechen von einer Pseudogenauigkeit, da die methodisch bedingten Ungenauigkeiten bei Besammlungen in natürlichem Substrat (d.h. stark wechselndes Substrat, nach ANT (1967 a) "mosaikartige" Zusammensetzung des Benthals) eine genaue mathematische Auswertung der Ergebnisse unmöglich machen. Berechnungen der absoluten Individuenzahlen wurden meist im Zusammenhang mit der Ermittlung von Saprobitätsindices durchgeführt (vgl. ZELINKA u. MARVAN 1961).

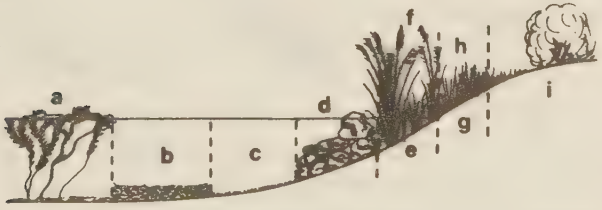
Eine weitere Schwierigkeit für die quantitative Erfassung von Benthosbiocoenosen sind neben der wechselnden Substratbeschaffenheit die unterschiedlichen Fangeigenschaften der einzelnen Tiergruppen (MACAN 1958). Diese Fehlerquelle ist bei der vorliegenden Arbeit auszuschließen, da nur eine Tiergruppe bearbeitet wird und der relative Fehler gleichbleibend ist. In Anlehnung an ANT (1967, 1972), MAUCH (1963), SRAMEK-HUSEK (1956) und TÜMPLING (196o) sind folgende Abundanzklassen zur Darstellung der Besiedlungsdichte pro m^2 angegeben:

+	Zufallsfund / Einzelfund	
1	selten	2 - 5 Exemplare /m^2
2	wenig	6 -2o "
3	zerstreut	21 -5o "
4	häufig	51 -1oo "
5	massenhaft	mehr als 1oo

Die Angaben der Abundanzklassengrenzen resultieren aus den Erfahrungen der Saarbereisungen 1971. Mit dieser Einteilung sind die quantitativen Veränderungen der Molluskenpopulationen mit zunehmender Saarbelastung am besten darzustellen. Die oft genannte

Kritik an der Schätzmethode, die Unsicherheit der Abschätzung von Besiedlungsdichten an verschiedenen Substrattypen, ist nach MAUCH (1963) nicht stichhaltig, da sich bei vergleichenden Untersuchungen die Schätzergebnisse mehrerer Beobachter nur um eine Stufe (bei der siebenstufigen Skala von KNÖPP und MAUCH) unterschieden (KNÖPP 1955, MAUCH 1963).

Als Fehlerquelle bei quantitativen Erfassungen wurde oben neben den unterschiedlichen Fangeigenschaften der einzelnen Tiergruppen die wechselnde Substratbeschaffenheit genannt. Um die Tierfunde der einzelnen Untersuchungsstellen miteinander vergleichbar zu machen, war die Aufnahme eines Uferprofiles an jedem Fundort erforderlich. ANT (1967) hat in seiner Untersuchung der Benthosfauna der Lippe folgende mögliche Ufersubstrate aufgeführt:



Es bedeuten:

a Zone der Wasserpflanzen (submers, schwimmend)
b Schlamm
c freies Wasser (kiesiger oder sandiger Boden)
d Steine
e emerse Uferpflanzen, Bereich unter Wasser
f " " " über Wasser
g Uferpflanzen über dem Wasserspiegel (aber noch vom Wasser beeinflußt) Bodenzone
h noch vom Wasser beeinflußte, nicht mehr im Wasser stehende Uferpflanzen
i Uferbereich, der nicht mehr vom Wasser beeinflußt wird

Diese Einteilung berücksichtigt auch die außerhalb des Wassers liegenden Uferabschnitte, da die Bearbeitung auch solche Arten erfaßt, die nur ihre Larvalentwicklung im Wasser vollziehen und als Imagines das Wasser verlassen. Für eine Bearbeitung von Süßwassermollusken genügen die unter Wasser liegenden Zonen, da diese Tiere zeitlebens an das Wasser gebunden sind. Zusätzlich zu dieser Uferbeschreibung mußten in der vorliegenden Arbeit die Substratveränderungen durch den Saarausbau in die Uferprofile aufgenommen werden.

Die Beschreibung der Fundorte erfolgte in Anlehnung an die ANT'schen Uferzonen mit der Ergänzung einer Darstellung der Uferbefestigungen in den Ausbaustrecken der Saar. Folgende Substrattypen wurden zur Kennzeichnung der Fundorte verwendet:

a Wasserpflanzenbestände
b Boden mit Schlamm bedeckt
c kiesiger oder sandiger Untergrund
d Steine
e Uferpflanzen (emers), Bereich unter Wasser
p Spundwände (aus Stahlplanken)
m Uferdeckungswerk (Pflasterung)
s Steinschüttungen

Ergänzt werden diese an allen Fundorten durchgeführten Uferbeschreibungen und Besammlungen durch eine intensive faunistische Bearbeitung der Strecke Güdingen bis Völklingen. Durch die Ausbaumaßnahmen ist in diesem Saarabschnitt ein relativ homogenes Ufersubstrat vorhanden, das, von einigen kurzen, mit Spundwänden befestigten Uferabschnitten abgesehen, aus Steinschüttungen oder Steinbefestigungen besteht. Für quantitative Untersuchungen scheiden die mit Stahlplanken versehenen und gepflasterten Uferstrecken aus. Allerdings sind die Uferdeckwerke zu einem großen Teil beschädigt und ähneln im Substrat den Steinschüttungen. Scheidet man diese Uferzonen aus, so ergibt sich zwischen Völklingen und Güdingen ein homogenes Ufersubstrat, das aus großen Steinen (im Durchschnitt zwischen 2o und 5o cm groß) besteht. Auf diesem gleichförmigen Untergrund sind bei Wasserspiegelsenkungen (Legung der Wehre) quantitative Untersuchungen mit der Angabe absoluter Individuenzahlen möglich. Ein weiterer günstiger Faktor ist die geringe Strömung, die eine Verdriftung des Schalenmaterials ausschließt.

Während der Legung der Wehre zwischen Güdingen und Völklingen im August 1972 und Juli 1974 erfolgten Besammlungen der freiliegenden Uferabschnitte. An jedem Fundort wurde eine Fläche von einem Quadratmeter ausgeschieden und vollständig abgesammelt ("bottom sampling"). Unter den oben beschriebenen Voraussetzungen war, wie die Ergebnisse zeigten, der Einsatz dieser Methodik von entscheidender Bedeutung für die Ermittlung des Wechsels der Artenmannigfaltigkeit von Molluskenpopulationen im Belastungsabschnitt Saarbrücken - Völklingen.

2.3 Chemische und physikalische Untersuchungen

Die Erfassung abiotischer Faktoren erfolgte in zwei Untersuchungsschwerpunkten. Einerseits wurden bei jeder Fundortbearbeitung die unten aufgeführten Messungen durchgeführt, andererseits war die Erfassung des Sauerstoff- und Temperaturhaushaltes der mittleren und unteren Saar zusätzlich durch die Erstellung von Längs- und Tagesprofilen von Sauerstoffgehalt, Wasser- und Lufttemperatur ein wichtiges Kriterium für die Erfassung der Saarbelastung.
Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Freilandmessungen zu gewährleisten, wurden alle Fundortuntersuchungen zur gleichen Tageszeit, nachmittags zwischen 14.oo und 17.oo Uhr, vorgenommen (LIEMANN 1962). Diese Tageszeit ist zur Erfassung möglicher Abweichungen vom normalen Tagesgang von Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt am besten geeignet, da sie in unbelasteten Fließgewässern durch größte Erwärmung des Wassers und höchste Sauerstoffproduktion der Wasserpflanzen gekennzeichnet ist (BERG 1943, ECKEL u. REUTER 195o; EDWARDS u. OWENS 1962; EINSELE 1957; FRIEDRICH 1973; GESSNER 1937; GESSNER u. PANNIER 1958; KOWALCZEWSKI u. LACK 1971; MACAN 1958a; RUTTNER 1926, 1948; SCMITZ 1954, 1961; SCHWOERBEL 1971, 1974).

Folgende physikalische und chemische Untersuchungen wurden durchgeführt:

Sauerstoffgehalt

Der Sauerstoffgehalt wurde mit einem Sauerstoffmessgerät (Typ YSI 54) gemessen. Mit diesem Gerät (mit eingebauter Temperaturkompensation) können Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt gemessen werden. Luftdruckunterschiede (Höhenlage) müssen durch Korrekturfaktoren ausgeglichen werden.

Sauerstoffsättigung

Zusammen mit der Wassertemperatur wurde nach der Sauerstoffsättigungstabelle von TRUESDALE, DOWNING und LOWDEN (aus SCHWOERBEL 1966) aus der Differenz des Sättigungswertes zum gemessenen Wert das Sauerstoffdefizit bezw. der Sauerstoffüberschuß ermittelt. Der Sättigungsgrad des Sauerstoffs ist für die Darstellung in einem Längsprofil besser geeignet als die Angabe des absoluten Sauerstoffgehaltes, da der, für den Vergleich entscheidende, Temperaturfaktor in dem Sättigungswert berücksichtigt ist.

pH-Wert

Der pH-Wert des Milieus hat innerhalb gewisser Toleranzgrenzen keinen entscheidenden Einfluß auf Mollusken (FRÖMMING 1936, 1956; KÜHNELT 197o), zeigt in Verbindung mit anderen Faktoren (Härtegrad) Veränderungen des Milieus an. Die Messungen des pH-Wertes erfolgten mit einem Taschen-pH-Meter (WTW) mit Einstabelektrode.

Strömungsgeschwindigkeit

Die exakte Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit ist in natürlichen Flußläufen mit großen methodischen Schwierigkeiten verbunden (MOELLER - HARTMANN 1957, SCHMITZ 1961). MAUCH (1963) verzichtet deshalb ganz auf die Angabe von Strömungsgeschwindigkeiten und beschreibt lediglich die Wasserbewegung in vier Stufen, von stagnierendem Wasser bis zu turbulent fließendem Wasser. In der vorliegenden Arbeit ist eine derartige, rein qualitative, Angabe nicht ausreichend. Wie Untersuchungen von AMBÜHL (1959), EICHENBERGER und WUHRMANN (1966), GESSNER (195o), LIEBMANN (1961), SCHMASSMANN (1951), WUHRMANN, EICHENBERGER, KRÄHENBRÜHL und RUCHTI (1966) und ZIMMERMANN (1961) zeigen, ist die Strömung für die Besiedlung der Fundorte und für den Sauerstoff- und Temperaturhaushalt von entscheidender Bedeutung.

Eine geeignete, nicht aufwendige Messmethode zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit - mit ausreichender Genauigkeit - ist die Driftmethode (SCHWOERBEL 1966, ANT (1972). Nach UHLE (zitiert aus SCHWOERBEL 1966) beträgt die mittlere Fließgeschwindigkeit 85 % der durch die Driftkörpermethode ermittelten Werte. Diese Methode ist vor allem bei laminar strömenden Gewässern mit hohem Schwebstoffgehalt (geringe Sichttiefe) geeignet, während die $KMnO_4$-Driftmessung bei turbulenter Strömung auf unregelmäßigem Substrat (Oberläufe) und klarem Wasser verwendet werden kann. Die Angabe der Strömungsgeschwindigkeit in den Fundortbeschreibungen stellt den Mittelwert mehrerer Messungen dar, so daß eine gewisse statistische Sicherheit der Aussage gegeben ist.

Sichttiefe

Ein vergleichbares Maß für die Schwebstofführung des Flusses ist die Angabe der Sichttiefe (Deutsche Einheitsverfahren 196o; GÖRLICH 1951; SCHMITZ 196o; SAUBERER 1962; SAUBERER u. ECKEL 1938; SAUBERER u. RUTTNER 1941). Eine einfache Methode mit für die Problemstellung der vorliegenden Arbeit ausreichender Genauigkeit, ist die Ermittlung der Sichttiefe mit einer SECCHI-Scheibe. Auch bei diesen Messungen ist der Mittelwert mehrerer Untersuchungen angegeben.

Die Ergebnisse der Freilandmessungen sind in großem Maße abhängig von den zum Zeitpunkt der Untersuchung herrschenden Witterungsbedingungen.
Folgende Faktoren wurden in das Untersuchungsprotokoll aufgenommen:

- Lufttemperatur
- Windstärke und -richtung
- Insolationsverhältnisse
- Bedeckungsgrad
- Niederschläge bis 24 Stunden vor der Messung
- Schattenwurf der Ufervegetation

Zur weiteren Verarbeitung im Labor wurde eine Wasserprobe entnommen (JAAG, AMBÜHL & ZIMMERMANN 1956). Besondere Aufmerksamkeit galt der Ermittlung der Sauerstoffzehrung als wichtiger Faktor des Sauerstoffhaushaltes. Die Messungen des BSB 5 erfolgten in einem HACH BSB-Meßgerät. Dieses Gerät arbeitet nach der manometrischen Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs. Gegenüber den nach dem gleichen Prinzip messenden WARBURG-Geräten hat es den Vorteil gegenüber Luftdruckschwankungen unempfindlich zu sein. Die gesamte Meßeinrichtung stellt ein geschlossenes System dar.
Zusätzlich zum biochemischen Sauerstoffbedarf wurde der Kaliumpermanganatverbrauch ermittelt (Deutsche Einheitsverfahren 196o). Die Angabe der Kaliumpermanganatzahl als Kennzeichen für den Gehalt an organischen Substanzen im Wasser findet bei behördlichen Untersuchungen (vgl. Gutachten der Bundesanstalt für Gewässerkunde über den biologischen Zustand der Saar a.a.O) Verwendung. Um vergleichend Angaben über die organische Belastung des in dieser Bearbeitung nicht berücksichtigten Oberlaufes machen zu können, wurde neben dem BSB auch der $KMnO_4$-Verbrauch im Längsprofil über die gesamte Saar angegeben (vgl. KLAPPER 1963, HILDENBRAND 1974).
Die Bestimmungen der Gesamthärte, und der Karbonathärte vervollständigten die chemisch-physikalischen Wasseruntersuchungen.
Die Untersuchungen an den Fundorten wurden nach folgendem Schema durchgeführt:

1. Beschreibung des Fundortes
2. Datum, Uhrzeit und Dauer der Untersuchung
3. Aufnahme des Uferprofiles
4. Beschreibung der Witterung zum Zeitpunkt der Messungen
5. Physikalische und chemische Untersuchungen am Fundort
6. Entnahme einer Wasserprobe

7. Aufnahme der bestandsbildenden Wasserpflanzen
8. Erfassung der Molluskenpopulationen
9. Konservierung des gesammelten Materials

Neben den Fundortbearbeitungen galt ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt der detaillierten Erfassung des Sauerstoff- und Wärmehaushaltes der mittleren und unteren Saar. Einerseits mußte der Einfluß der Belastung auf die Wassertemperatur und den Sauerstoffgehalt des Wassers im Bereich der mittleren Saar dargestellt werden, andererseits war es für die Diskussion des gegenwärtigen Verbreitungsbildes der Mollusken von entscheidender Bedeutung, die Auswirkungen der auf einer Strecke von 3o km zwischen Saarbrücken und Ensdorf erfolgenden Belastung in der anschließenden Flußstrecke bis zur Mündung bei Konz zu erfassen.
In diesem Zusammenhang konnte auch der Einfluß der Stauhaltung weiter Flußstrecken (Saargemünd-Ensdorf, Rückstau Mettlach, Rückstau Konz) auf den Sauerstoff- und Temperaturhaushalt der Saar untersucht werden (vgl. LIEBMANN 1961).

Als Grundlage weiterer Untersuchungen wurden an fünf charakteristischen Stellen der mittleren und unteren Saar 24-Stunden-Profile aufgenommen. Die Auswahl erfolgte so, daß die Eingangssituation vor der Hauptbelastungszone, der Höhepunkt der Saarbelastung und die Auswirkungen dieser Belastung auf den Tagesgang von Sauerstoff und Wassertemperatur erfaßt werden konnten.
Es handelt sich um die Untersuchungsstellen:

lo Saargemünd
11 Hanweiler
34 Lisdorf
48 Mettlach
51 Hamm

Die Messungen erfolgten mit einem Sauerstoffmessgerät (Typ YSI 54) in Verbindung mit einem Flachschreiber. Eine am Ufer aufgestellte Mikroklimastation zeichnete parallel zu den Messungen im Wasser Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck auf.

Neben den Auswirkungen der Saarbelastung auf den Tagesgang von Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Wassers galt es, die Veränderungen des Sauerstoff- und Temperaturhaushaltes zwischen Saargemünd und Konz so exakt wie möglich zu erfassen. In den oben zitierten Gutachten und Routineuntersuchungen der zuständigen Behörden sind nur punktuelle Messungen von O_2-Gehalt (bzw. Sättigung) und Wassertemperatur aufgeführt. SCHNEIDER erstellte mit Hilfe von Fernerkundungsverfahren (SCHNEIDER 1972, 1974) Temperaturprofile für den Bereich der mittleren Saar. Mit diesem Messverfahren kann jedoch nur die Oberflächentemperatur des Wassers erfasst werden, Sauerstoffgehalt und Lufttemperatur bleiben unberücksichtigt. Für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit waren diese Ergebnisse nicht ausreichend. Deshalb wurden mit Unterstützung des WSA Sn zwischen Saargemünd und Konz Längsprofile von Sauerstoffgehalt und Temperatur der Saar aufgenommen, verbunden mit der Erfassung der zum Zeitpunkt der Untersuchung herrschenden Witterungsbedingungen (vgl. Fundortuntersuchungen).

Auf den schiffbaren Strecken von Saargemünd bis Ensdorf und auf dem Rückstau des Kraftwerkes Mettlach, der bis nach Merzig reicht, konnte auf Schiffen des WSA der Sauerstoffgehalt und die Temperatur des Wassers parallel mit zwei Sauerstoffmessgeräten in Verbindung mit einem Zweikanalflachschreiber aufgezeichnet werden.

Die nicht schiffbaren Saarabschnitte zwischen Ensdorf und Merzig und die untere Saar von Mettlach bis Konz wurden mit einem Schlauchboot befahren. Bei den kleinen Ausmaßen des Bootes war eine Aufnahme der Sauerstoff- und Wassertemperaturprofile in Verbindung mit einem Flachschreiber nicht möglich. Die Messwerte wurden daher alle 5oo m abgelesen. Das ergibt bei einer mittleren Geschwindigkeit des Bootes von 6 km/h einen Meßabstand von 5 min. Angaben über Stromschnellen und sonstige möglicherweise den Sauerstoff- und Temperaturhaushalt verändernde Faktoren (z.B. Nebenflußmündungen) vervollständigten die Messungen. Alle Profile, mit Ausnahme der Strecke Saarbrücken-Schleuse bis Ensdorf-Wehr (feste Terminierung der Untersuchungen des WSA zur Feststellung der Radioaktivität des Saarwassers), entstanden nachmittags. Die dabei zurückgelegten Strecken betrugen durchschnittlich 2o km.

Zusätzlich zu diesen eigenen Messungen geben die Daueraufzeichnungen der Wassertemperatur an wasserbaulichen Einrichtungen des WSA einen Überblick über den Jahresgang der Wassertemperatur in den verschiedenen Saarabschnitten. Die Messreihen von AVS, WSA und WWA umfassen den Zeitraum von Januar 1971 bis Dezember 1973. Die Einrichtung der Wasseruntersuchungskammer im Wehr der Schleuse Völklingen ermöglicht u.a. die Aufzeichnung des Sauerstoffgehaltes und der Wassertemperatur. Die Meßergebnisse des Sauerstoffjahresganges von 1973 werden ebenfalls zur Verdeutlichung der Belastungssituation der Strecke Saarbrücken bis Völklingen herangezogen.

2.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse aller Untersuchungen werden entweder in Form von Fundortbeschreibungen, nach dem unten aufgeführten Schema, angegeben oder als Längsprofile, bezogen auf Saarkilometer, dargestellt.
In die Fundortbeschreibung wurden folgende Werte aufgenommen:

1. Name und Nummer des Fundortes, Lage (geogr. und Flußkilometer)
2. Flußbreite, Wassertiefe, Uferhöhe und Uferbreite beider Ufer; dazu: Sichttiefe, Strömungsgeschwindigkeit
3. Beschreibung des untersuchten Ufers oder Flußquerschnittes durch die vorhandenen Uferzonen
4. Artenliste der bestandsbildenden Wasserpflanzen und Deckungsgrad der Zone a.
5. Artenliste der Mollusken mit Abundanzklassen
6. Artenzahl und Gesamtabundanz des Fundortes

Alle übrigen physikalischen und chemischen Werte werden in Form von Längsprofilen dargestellt.
Die Angaben der Profile sind die Mittelwerte aller an jedem Fundort vorgenommenen Messungen, die unter geeigneten Bedingungen im Sinne von LIEBMANN (1962) durchgeführt wurden.
Die Abstände zwischen den einzelnen Meßwerten wurden in den Längsprofilen geradlinig verbunden, so daß der Kurvenverlauf nicht unbedingt den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Um die Ergebnisse der Untersuchungen der Nebenflußmündungen von denen der Saar an der betreffenden Stelle zu unterscheiden, wurden die Werte der Nebenflüsse als Säulen dargestellt.
Die Ergebnisse der einzelnen Längsprofile sind getrennt nach den jeweiligen Flußabschnitten aufgeführt. Die Monatsmaxima, Monatsminima und Monatsmittelwerte der Dauermessungen des WSA und WWA

werden einmal als Jahresprofil der Wassertemperatur an jeder Station, zum anderen als Monatslängsprofile zwischen den einzelnen Stationen,bezogen auf Saarkilometer, angegeben. Alle weiteren Karten und Schemata werden im Text erläutert.

3. HAUPTTEIL

3.1 Hydrographie der Saar

Naturräumliche Gegebenheiten und anthropogene Beeinflussung bestimmen die gegenwärtige Charakteristik der Saar. Staumaßnahmen im Bereich der mittleren Saar schufen Verhältnisse eines Tieflandflusses, während der zum größten Teil ungestaute untere Flußabschnitt den Charakter eines Flußmittellaufs besitzt. Neben dieser Veränderung der natürlichen Abfolge der einzelnen Flußabschnitte hat die Verbindung zu anderen Flußsystemen durch den Anschluß zum Rhein-Marne-Kanal über den Saar-Kohlen-Kanal natürliche Ausbreitungsschranken für viele Süßwasserorganismen beseitigt (KINZELBACH 1972, ILLIES 1967).

Die Saar entspringt am Donon (1oo9 m), der höchsten Erhebung der Buntsandsteinvogesen. Bei Hermelange vereinigen sich die beiden Quellflüsse, die Sarre rouge und die Sarre blanche, zur eigentlichen Saar. Die Gesamtlänge der Saar, von der Quelle bis zur Mündung, wird unterschiedlich angegeben. Eigene Vermessungen des Flußlaufs auf Karten mit dem Maßstab 1 : 25ooo (Meßtischblätter) ergaben eine Fluß-länge von 242 km.
Eine genaue Kilometrierung der Saar in Flußkilometer beginnt an der Grenze zwischen der BRD und Frankreich bei Güdingen. Im deutschen Bereich ist bis zur vollständigen Kanalisierung folgende Kilometrierung gültig: Güdingen bis Saarhölzbach (Saarland) Konz bis Saarhölzbach (Rheinland-Pfalz) (vgl. Abb. 9). Zwischen Saargemünd und Güdingen ist die Saar Grenzfluß und ist französisches Territorium. Das Einzugsgebiet der Saar umfaßt 7421 km^2. Die Blies mit einem Einzugsgebiet von 1743 km^2 und die Nied mit 1369 km^2 sind die größten Nebenflüsse (Abb. 4 und 5)

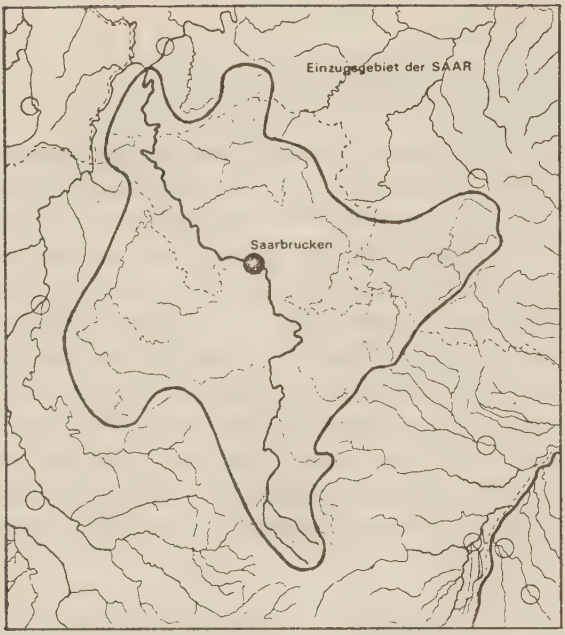

Einzugsgebiet der SAAR
Saarbrucken

Abb.: 4

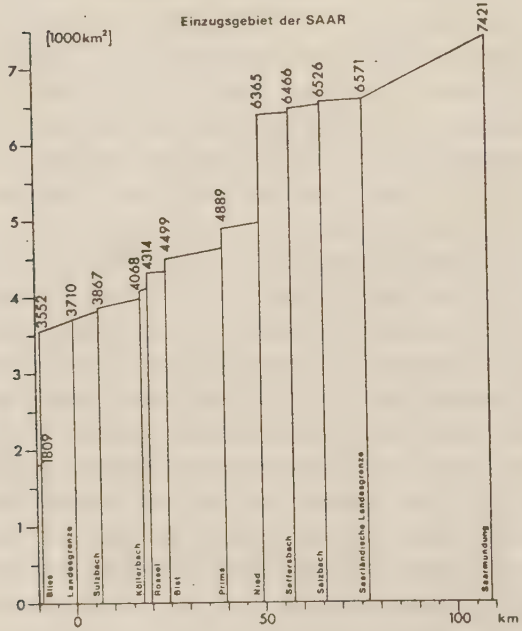

Einzugsgebiet der SAAR
[1000km²]
7
6
5
4
3
2
1
0
3552
3710
3867
4068
4314
4499
4889
6365
6466
6526
6571
7421
1809
Blies
Landesgrenze
Sulzbach
Köllerbach
Rossel
Bist
Prims
Nied
Seffersbach
Sulzbach
Saarländische Landesgrenze
Saarmundung
0
50
100
km

Abb.: 5

Morphologisch ist der Saarlauf durch seinen insequenten Verlauf gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu sind die größten Nebenflüsse (Blies, Prims, Nied) als konsequente bezw. subsequente Flüsse zu bezeichnen. (FISCHER 1957, NEEF 1968).
Neben den breiten Niederungen der Saargemünder Mulde, der Primsmulde und der Trierer Bucht, sind die Durchbruchstäler des Saarbrücker Sattels und des Hunsrücks die wesentlichen morphologischen Einheiten des Saarlaufs (FISCHER 1957). Nach FISCHER sind die Durchbruchstäler sowohl durch Antecedenz, als auch durch eine epigenetische Anlage auf einer alten Landhochfläche zu erklären.
Die Methodik der Beschreibung "Naturräumlicher Einheiten" erlaubt, durch die Abgrenzung von Räumen nach ihren natürlichen und anthropogen bedingten Eigenschaften, eine umfassende Darstellung des näheren Einzugsbereichs der Saar. Der für unsere Betrachtung entscheidende Raum ist das mittlere Saartal. Hier erstreckt sich von Saarbrücken bis Dillingen ein Ballungsgebiet von Industrie, Siedlungen und Verkehrswegen. (SCHNEIDER, H. 1972)
Im Bereich des Blattes 159 Saarbrücken, der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands, durchfließt die Saar folgende Einheiten:

Lothringisches Keuperland
Saar-Blies-Gau (181)
Mittleres Saartal (197)
Saar-Nied-Gau (183)
Saar-Ruwer-Hunsrück (246)
Unteres Saartal

(Abb. 6)

Die Naturräumlichen Einheiten auf Blatt 159 Saarbrücken(Ausschnitt).

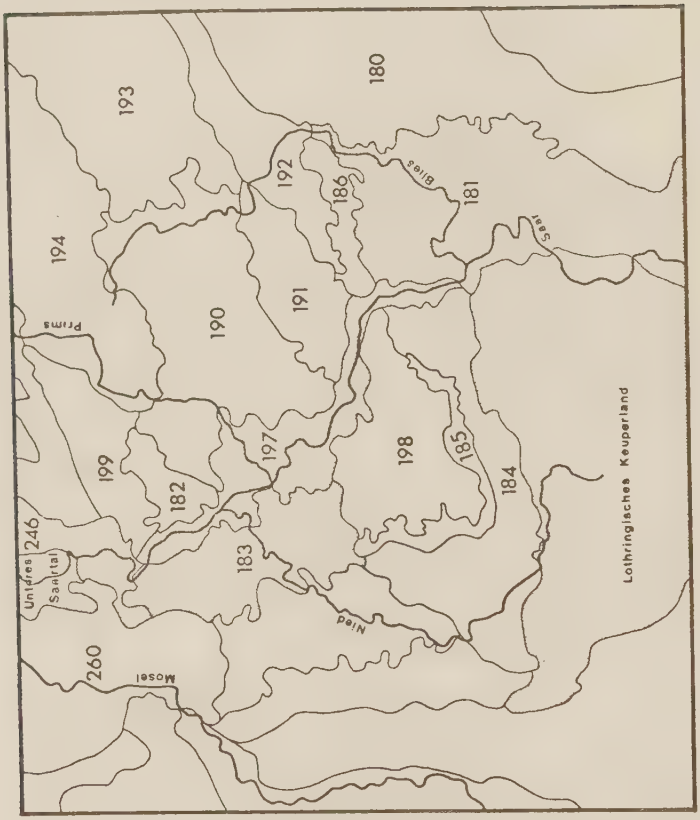


Abb.: 6

Das mittlere Saartal (197) ist ein klimatisch begünstigter Talraum, der durch eine Wechselfolge von Engtalstrecken und weiten Becken mit Terassenfluren gekennzeichnet ist. Neben der teilweise intensiven landwirtschaftlichen Nutzung der Schwemmlandböden ist er durch eine große Siedlungs- und Verkehrsdichte und durch das Industrieballungsgebiet Saarbrücken - Dillingen entscheidend geprägt. Mit Ausnahme der Muschelkalkengtäler und der Merziger Talweitung ist die Einheit durch die Ballung von Siedlungen, Verkehr und Industrie stark anthropogen überformt. Eine geschlossene Siedlungszeile mit drei Hüttenstandorten zieht sich als "Eisenhüttenstraße" von Brebach über Saarbrücken bis nach Völklingen. Ab Bous wird die Wohnbebauung geringer. Die "Industriestraße" schließt sich über Dillingen bis nach Beckingen an die "Eisenhüttenstraße" an. Die Ballung der Schwerindustrie in Siedlungsgebiet des Saarbrücker Beckens führt bei Inversionswetterlagen zu Immissionen, die die Maximalwerte der zulässigen Richtwerte weit überschreiten (MÜLLER 1973).

Nördlich an die Einheit "Mittleres Saartal" schließt sich der Saar-Ruwer-Hunsrück (246) an. Die nördliche Begrenzung des Merziger Beckens bildet das Durchbruchstal der Saar durch den Taunusquarzit, die Saarschleife (246.1o). Sie ist ein haarnadelförmiges und steilwandiges Engtal. Von Südosten kommend, macht die Saar auf einer Strecke von 8 km eine Wendung um 18o°. Sie ist mit ihren kurzen Zuflüssen (z.B. Steinbach, Wellesbach) 2oo m in den sehr widerstandsfähigen Taunusquarzit eingetieft. Der Saarschleife schließt sich im Norden der Mettlacher Talkessel (246.11) an. Der ebensohlige Kessel ist aus den wenig widerstandsfähigen Kreuznacher Sandsteinen ausgeräumt. Die kleine Talweitung ist dicht bebaut und beherbergt die weiträumigen Anlagen der Mettlacher Keramikindustrie (V&B).

An den Saar-Ruwer-Hunsrück schließt sich das Untere Saartal an. Diese Einheit liegt auf dem Blatt 148/149 Trier-Mettendorf. Die Bearbeitung dieses Blattes liegt noch nicht vor.

Seit der "industriellen Revolution" gegen Ende des 18. Jahrhunderts gingen die Bestrebungen bei Neuansiedlungen von Industrie dahin, Fabriken möglichst an größere Flüsse zu legen. Neben der Möglichkeit, Brauchwasser zu entnehmen und Abwässer einzuleiten, stand vor allem der billige Transportweg per Schiff im Vordergrund der Planungen. Neben diesen Überlegungen galt es im saarländischen und lothringischen Revier, die Vorteile der benachbarten Lage von Erzlagerstätten und Kohlevorkommen zu nützen. Eine optimale Ausnutzung dieser Vorteile konnte nur durch die Verbindung einer kanalisierten Saar mit den französischen Flußsystemen von Mosel und Rhein erreicht werden. 1838 begann man mit dem Bau des RHEIN-MARNE-KANALS. Er verläuft zwischen Vitry le François und Strasbourg und hat eine Länge von 311 km. Mit einer durchschnittlichen Tiefe von 1,5 m läßt er eine Schiffsgröße bis zu 28o Tonnen zu. Eine Größe, die auch beim Saarausbau als Planungsgrundlage diente. Der Bau des Rhein-Marne-Kanals wurde 1853 abgeschlossen.
Die Planung des Saar-Kohle-Kanals begann schon 1841. Er sah eine Streckenführung des Kanals von Gondrexange bis nach Saargemünd vor. Der Kanalbau begann 1862. Parallel dazu erfolgte der Ausbau der Saar von Saargemünd bis nach Luisenthal. Die Arbeiten wurden 1866 mit dem Anschluß des Saar-Kohle-Kanals an die Saar bei Saargemünd abgeschlossen. Nach dem Deutsch-Französischen Krieg (187o/71) wurde die Saar bis nach Ensdorf kanalisiert (Saarländisches Landesarchiv Inv.Nr. 167,168; TILLE 19o7; HOPPSTEDTER & HERRMANN 196o; HOPPSTEDTER 1963)

Abb. 7
(aus HOPPSTEDTER 1963, ergänzt)

Die Saar als Wasserstraße
TRIER
KONZ
SAAR BURG
METTLACH
MERZIG
Mosel
DILLINGEN
SAAR LOUIS
ENSDORF
VÖLKLINGEN
LUISENTHAL
SAARBRÜCKEN
Saar
GÜDINGEN
SAARGEMÜND
METZ
Saar-Kohle-Kanal
SARRE UNION
DIEUZE
Saar
SARREBOURG
Meurthe
NANCY
Rhein-Marne-Kanal
ETANG DE GONDREXANGE
Mosel
0
50
km

Abb.: 7

Die alleinige Orientierung der saarländischen Wirtschaft nach Frankreich, die durch die Verbindung mit französischen Wasserstraßen zwangsläufig bestand, bedeutete für die aufstrebende saarländische Industrie eine beträchtliche Einschränkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen deutschen Industriezentren (IMBEAUX 1919, DURANDIN 1929). Die hohen Transportkosten der langen Schiffahrtswege und die hohen Frachtsätze der Eisenbahnen führten zu einer Verteuerung saarländischer Industrieerzeugnisse, die die Konkurrenzfähigkeit der Betriebe stark beeinträchtigte. Daher forderte die Industrie des Saargebietes nach der erfolgten Teilkanalisierung den Ausbau der unteren Saar und die Kanalisierung der Mosel bis nach Koblenz. Diese Forderungen wurden bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges zwischen Vertretern der Wirtschaft und der Deutschen Reichsregierung heftig diskutiert (Saarländisches Landesarchiv, Inv.Nr. 677,679,681,683,685,686,688,689,69o,692).

Die territorialen und politischen Ergebnisse des Ersten Weltkrieges beendeten die Diskussionen um den weiteren Saarausbau. Die zweite Möglichkeit eines Wasserstraßenanschlusses des Saargebietes an das deutsche Wasserstraßennetz, der Saar-Pfalz-Kanal, wurde in einer Studie von 1927 erwähnt, fand aber bei den zuständigen Reichsbehörden keine weitere Beachtung (Saarl. Landesarchiv, Inv.Nr. 676). Die einzige wasserbauliche Maßnahme zwischen den beiden Weltkriegen war der Bau des Kraftwerkes Mettlach, das 1925 nach zweijähriger Bauzeit in Betrieb genommen wurde (KREUZKAM 19o9, WERNEBURG 19o7,19o9). Der alleinige Zweck des Werkes, die Elektrizitätserzeugung, ist an der schleusenlosen Ausführung des Stauwerkes zu erkennen (CARTELLIERI 193o,1931). Dieser Stand der wasserbaulichen Maßnahmen an der Saar ist bis zum Zeitpunkt der Untersuchungen 1971 - 1974 im wesentlichen erhalten geblieben.

Nur die Schleusen Bous und Ensdorf wurden abgebaut (Bous 1944). Bei Bous wurde kein neues Wehr errichtet, während bei Ensdorf die Staustufe im Zusammenhang mit dem Bau des Kraftwerkes Ensdorf um 2,4 km zurückverlegt wurde.

Die flußabwärts auftretenden hydrographischen Veränderungen in einem unbelasteten Fließgewässer werden durch die Unterscheidung von charakteristischen Flußzonen erfaßt. Die Einteilung erfolgt nach Biocoenosen, die sich, durch die veränderten abiotischen Verhältnisse, in aufeinanderfolgenden Abschnitten einstellen (ALBRECHT 1953; AMBÜHL 1959; BEHNIG 1928; BOURNAUD 1963; DE LATTIN 1967; DITTMAR 1955; EIDEL 1933; ILLIES 1952,1953,1955,1958, 1961,1961a; ILLIES und BOTOSANEAU 1963; NAUMANN 1932; PLESKOT 1951; SCHWOERBEL 1971; THIENEMANN 1925).
Zu den bekanntesten Zonierungen von Flüssen gehören die Einteilungen von Flußabschnitten nach dem Vorkommen von Fischleitarten und nach der Verbreitung von Planarien. Die zuerst für mitteleuropäische Fließgewässer ermittelte Fischzonierung gilt im Prinzip auch für Flüsse anderer Klimate. ILLIES (1961) und HUSMANN (197o) unterscheiden generell folgende Zonen:

KRENAL	Quellzone
RHITHRAL	Zone des Gebirgsbaches
Epirhithral	obere Zone (= obere Forellenregion)
Metarhithral	mittlere Zone (= untere Forellenregion)
Hyporhithral	untere Zone (= Äschenregion)
POTAMAL	Zone des Tieflandflusses
Epipotamal	obere Zone (= Barbenregion)
Metapotamal	mittlere Zone (= Brachsenregion)
Hypopotamal	untere Zone (= Kaulbarsch-Flunder-Region)

(nach SCHWOERBEL 1971)

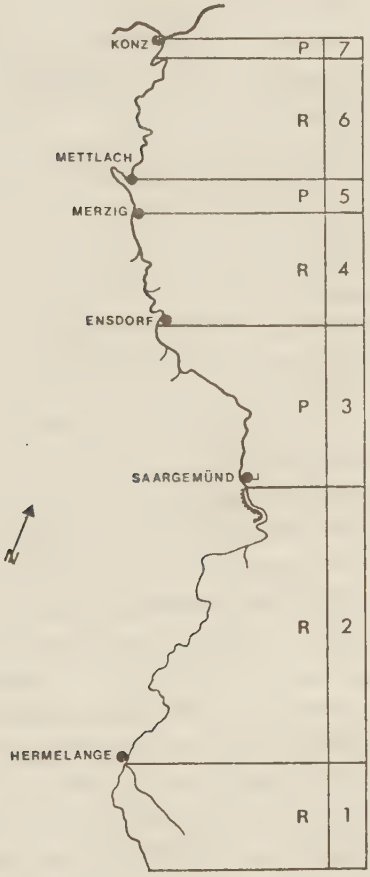
Die Ausdehnung von Rhithral und Potamal sind dabei von der geographischen Lage und der Höhenlage der Gewässer abhängig. Bei gleicher Höhenlage nimmt von den

Polargebieten zu den Tropen die Ausdehnung des Rhithrals ab und die des Potamals zu. Das gleiche gilt auch für die Vertikale, vom Hochgebirge bis zur Tiefebene (ILLIES 1961b).

Für eine hydrographische Gliederung der Saar ist die Abgrenzung der einzelnen Flußabschnitte nach Leitarten wegen der Belastung der mittleren und unteren Saar nicht mehr möglich. Um die Veränderung der natürlichen Abfolge von Flußzonen durch die wasserbaulichen Maßnahmen im Bereich der mittleren Saar und bei Mettlach zu verdeutlichen, werden die derzeitigen hydrographischen Verhältnisse nach charakteristischen abiotischen Faktoren dargestellt. Zusammen mit der Belastung sind sie die Grundlage der derzeitigen Verbreitung von Biocoenosen in der mittleren und unteren Saar.

Anhand abiotischer Kriterien für das Rhithral und Potamal (ILLIES 1961b) können in der Saar 7 Zonen abgegrenzt werden:

Hydrographische Gliederung der Saar



R = Rhrithral
P = Potamal

Abb.: 8

Zone 1: von der Quelle bis zum Zusammenfluß der beiden Quellbäche Sarre blanche und Sarre rouge bei Hermelange

Im Anschluß an die Quellregion ist bis zum Zusammenfluß der beiden Quellflüsse ein ausgeprägter Flußoberlauf ausgebildet. Die ökologischen Verhältnisse entsprechen denen der oberen und unteren Forellenregion. Bis auf einige unbedeutende Staus ist der Flußlauf nicht vom Menschen verändert.

Zone 2: Saar zwischen Hermelange und Saargemünd

Diese Strecke kann trotz anthropogener Überformung als ein typischer Flußmittellauf angesehen werden (Hyporhithral). Durch die häufige Stauhaltung der Saar bei Mühlen und Viehtränken sind in dieser Zone rasch fließenden Wassers mit hohem Sauerstoffgehalt und grobem Untergrund, Strecken geringer Strömung mit schlammigem Untergrund und mit geringerem Sauerstoffgehalt des Wassers ausgebildet. Im großen und ganzen überwiegen in diesem Flußabschnitt die für einen Mittellauf (Hyporhithral) charakteristischen hydrographischen Eigenschaften.

Zone 3: Saar zwischen Saargemünd und Ensdorf

In diesem Abschnitt sind durch Staumaßnahmen die ökologischen Verhältnisse eines Tieflandflusses geschaffen worden. Zusätzlich erfährt die Saar auf dieser Strecke ihre höchste Belastung.

Zone 4: Saar zwischen Ensdorf und Merzig

Diese Strecke gleicht in vielen abiotischen Faktoren der Zone 2. Sie ist durch geringe Wassertiefe, starke Strömung und Verwirbelung des Wassers gekennzeichnet. Die wesentlichen Unterschiede zu Zone 2 bestehen aus dem veränderten Wärme- und Sauerstoffhaushalt; ein Ergebnis der hohen Belastung in Zone 3. Die Verschlammung des Flußbettes, in unbelasteten Gewässern ein Kennzeichen für Flußunterläufe, ist hier nicht als Kriterium für eine Abgrenzung von Flußabschnitten

verwendbar. Dieses allochtone Schlammaterial stammt aus Kohleaufbereitungsanlagen und wird mit den industriellen Einleitern in Zone 3 der Saar zugeführt. Stellenweise hat sich in Zone 4 auf dem verfestigten Schlamm eine neue Kiesschicht aufgelagert. Die allgemeine Charakteristik dieses Flußabschnittes ist dem Hyporhithral,oder Mittellauf, gleichzusetzen.

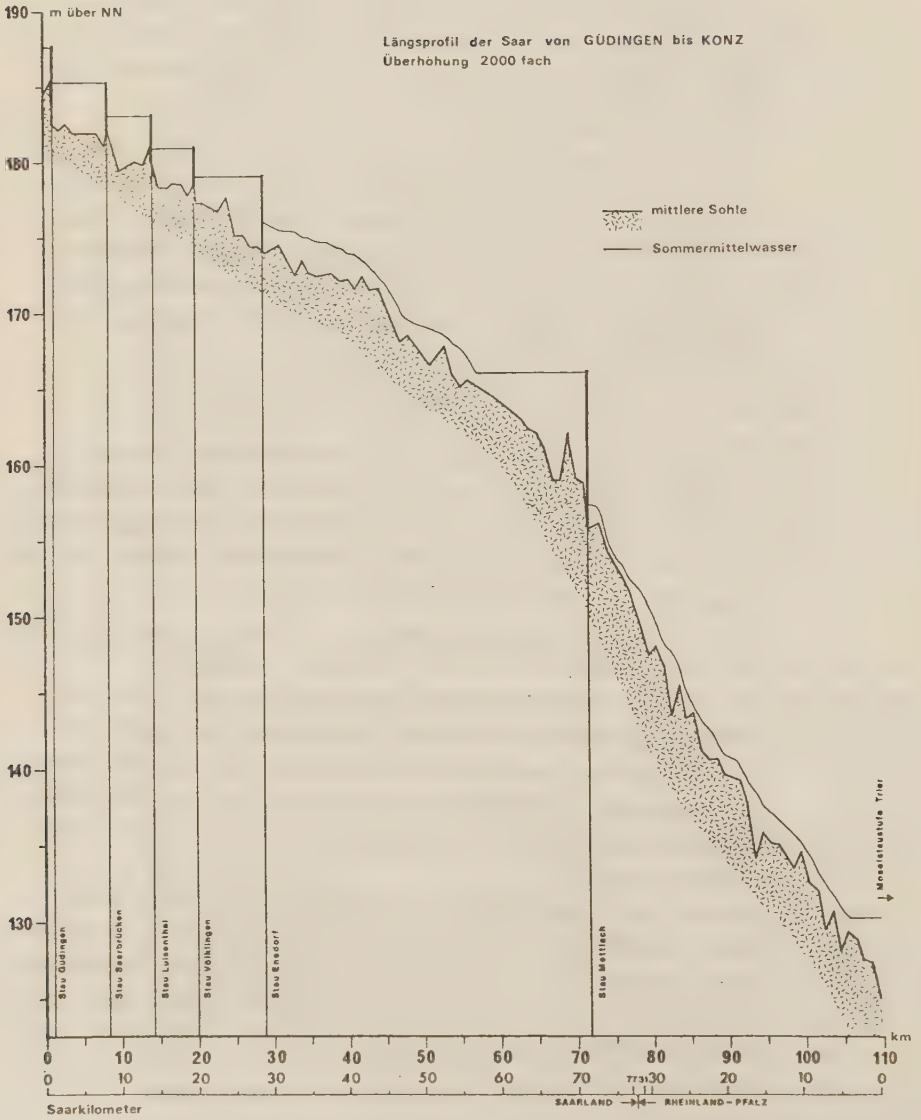
Zone 5: Straßenbrücke bei Merzig bis Stauwehr Mettlach
Der Stausee des Kraftwerkes Mettlach reicht mit einer Länge von 15 km bis nach Merzig. Diese Strecke hat, wie Zone 3, eindeutig den Charakter eines Flußunterlaufes. Am Wehr dieser Staustufe werden die größten Mengen des Kohleschlamms aus den lothringischen und saarländischen Revieren abgelagert.

Zone 6: Mettlach bis zum Beginn des Rückstaus der Moselstufe bei Trier

Kennzeichen dieser Strecke sind das starke Gefälle und die damit verbundene hohe Strömungsgeschwindigkeit sowie die geringe Wassertiefe und die häufigen Verwirbelungen am sehr groben Untergrund. Sie entspricht dem Metarhithral bis Hyporhithral.

Zone 7: Rückstau der Saar durch die Moselstaustufe bei Trier

Der Rückstau der Saar hat eine Länge von 4 km. Die hydrographische Situation ist vergleichbar mit den Staustrecken Saargemünd-Ensdorf und dem Stausee des Kraftwerkes bei Mettlach. Strömung, Wärme- und Sauerstoffhaushalt und Untergrund sind typisch für einen Flußunterlauf.
Einen Überblick über den gegenwärtigen Saarausbau und den Wechsel von Staustrecken und Flußabschnitten mit starkem Gefälle und hoher Strömungsgeschwindigkeit gibt das Längsprofil der Saar von Güdingen (Saar km 0) bis zur Saarmündung bei Konz (Abb.9: Längsprofil der Saar von Güdingen bis Konz).


m über NN
Längsprofil der Saar von GÜDINGEN bis KONZ
Überhöhung 2000 fach
mittlere Sohle
Sommermittelwasser
190
180
170
160
150
140
130
Stau Güdingen
Stau Beerbrücken
Stau Lisdorfer Berg
Stau Lisdorfer Tal
Stau Lisdorfer Höhe
Stau Lisdorfer Tal
Stau Lisdorfer Höhe
Stau Lisdorfer Tal
Stau Lisdorfer Höhe

3.2 Beschreibung der Fundorte

Verzeichnis der zwischen 1971 und 1974 in der Saar gefundenen Molluskenarten.

Theodoxus fluviatilis(Pfeiffer 1828)
Viviparus viviparus(Linné 1758)
Valvata cristata O.F. Müller 1774
Valvata piscinalis(O.F.Müller 1774)
Potamopyrgus jenkinsi(E.A. Smith 1889)
Bithynia tentaculata(Linné 1758)
Physa acuta Draparnaud 1805
Galba palustris(O.F.Müller 1774)
Radix auricularia(Linné 1758)
Radix peregra ovata(O.F.Müller 1774)
Lymnea stagnalis(Linné 1758)
Planorbis planorbis(Linné 1758)
Planorbis carinatus O.O.Müller 1774
Anisus vortex(Linné 1758)
Gyraulus albus(O.F.Müller 1774)
Segmentina nitida(O.F.Müller 1774)
Planorbarius corneus(Linné 1758)
Ancylus fluviatilis O.F.Müller 1774
Acroloxus lacustris(Linné 1758)
Unio pictorum(Linné 1758)
Unio tumidus Philipsson 1788
Unio crassus batavus Maton & Rackett 1807
Anodonta cygnea(Linné 1758)
Sphaerium corneum(Linné 1758)
Sphaerium lacustre(O.F.Müller 1774)
Pisidium obtusale(Lamarck 1818)
Pisidium casertanum(Poli 1791)
Dreissena polymorpha(Pallas 1771)

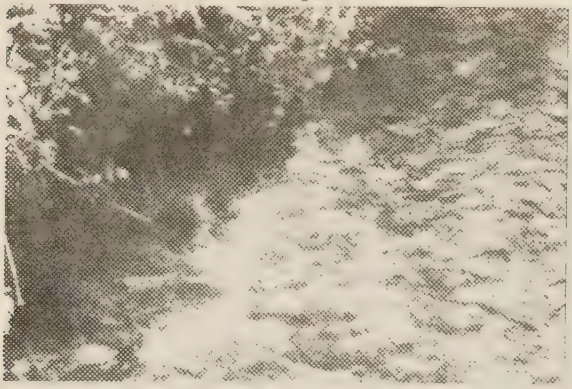
1 Quelle Saare Blanche
5° 35,3o' / 53° 93,35'

gefasste Quelle

Fontinalis antipyretica

keine Molluskenfunde

2 Abreschwiller, Café de la Gare
5° 26,2o' / 54° 4,4o'
Km 19 v. Q. Saare Rouge



Uferzonen: a,c,d
Flußbreite: 6,1o m linkes Ufer: 2,3m H/ 3 m B
Wassertiefe: 37 cm rechtes Ufer:o,6m H/ steil
Sichttiefe: leicht trübes Wasser, Bodensicht
Strömungsgeschwindigkeit: o,75 m/sec

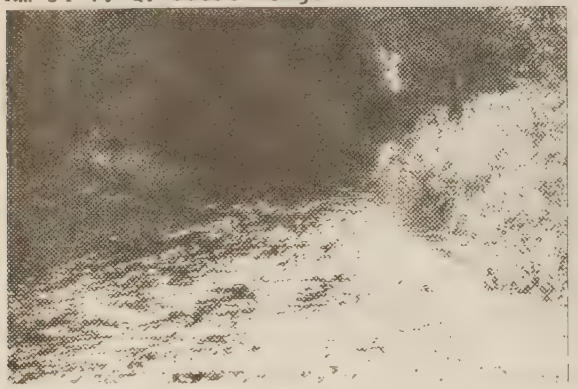
Zone a: 6o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Callitriche stagnalis

Mollusken:
Ancylus fluviatilis 2

3 Hermelange, nach Zusammenfluß von Saare Blanche und Sarre Rouge

5° 19,6o' / 54° 8,65'

Km 34 v. Q. Saare Rouge



Uferzonen: a,d,e

Flußbreite: 12,3o m linkes Ufer: 1,1m H/ 2 m B

Wassertiefe: 12 cm rechtes Ufer:1,8m H/ 4,2 m B

Sichttiefe: leicht trübes Wasser, Bodensicht

Strömungsgeschwindigkeit: o,3o m/sec

Zone a: o,3 m breiter Uferstreifen

Potamogeton pectinatus

Myriophyllum spicatum

Mollusken:

Valvata piscinalis	1
Radix auricularia	2
Radix peregra ovata	2
Ancylus fluviatilis	3
Acroloxus lacustris	1

Artenzahl: 5

Gesamtabundanz:9

G/A: 1,8o

4 Hoff bei Sarrebourg
5° 24,6o' / 54° 17,4o'
Km 46 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b
Flußbreite: 15,2o m linkes Ufer: 2 m H/ 1 m B
Wassertiefe: 4o cm rechtes Ufer: 1,8 m H/ 3 m B
Sichttiefe: leicht trübes Wasser, Bodensicht
Strömungsgeschwindigkeit: o,15 m /sec

Zone a: 1o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

5 Oberstinzel, Mühle
5° 21,9o' / 54° 21,oo'
Km 55 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,(d),e
Flußbreite: 15 m linkes Ufer: 2 m H / 1,5 m B
Wassertiefe: 1,o m rechtes Ufer: 1,5 m H / 3 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,45 m / sec

Zone a: 6o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum

Mollusken:

Valvata piscinalis	3
Valvata cristata	1
Radix auricularia	2
Radix peregra ovata	3
Planorbis planorbis	1
Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	3
Gyraulus albus	3
Planorbarius corneus	4
Ancylus fluviatilis	2
Segmentina nitida	1

5.2

Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	4
Sphaerium lacustre	2
Pisidium obtusale	2
Pisidium casertanum	2

Artenzahl: 19
Gesamtabundanz: 39
G/A: 2,o5

6 Romelfing
5° 21,25' / 54° 25,6o'
Km 65 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 22 m linkes Ufer: 1 m H / 2 m B
Wassertiefe: 1,2 m rechtes Ufer:1 m H / 4,5 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,5o m /sec

Zone a: 3o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum
Ceratophyllum submersum
Elodea canadensis

Mollusken:

Valvata piscinalis	2
Valvata cristata	+
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	1
Radix auricularia	1
Radix peregra ovata	3
Planorbis planorbis	+
Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	2

6.2

Gyraulus albus	2
Planorbarius corneus	2
Ancylus fluviatilis	3
Acroloxus lacustris	2
Segmentina nitida	1
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	3
Sphaerium lacustre	2
Pisidium obtusale	1
Pisidium casertanum	2

Artenzahl: 22
Gesamtabundanz: 36
G/A: 1,63

7 Zollingen
5° 26,7o' / 54° 34,35'
Km 77 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 19,5 m linkes Ufer: o,5 m H / steil
Wassertiefe: 6o cm rechtes Ufer:1,5 m H / 1 m B
Sichttiefe: Wasser leicht trüb, Bodensicht
Strömungsgeschwindigkeit: o,55 m/sec

Zone a: 1o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton lucens
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum
Elodea canadensis

Mollusken:

Viviparus viviparus	3
Valvata piscinalis	1
Potamopyrgus jenkinsi	+
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Radix auricularia	2
Radix peregra ovata	3
Planorbis planorbis	+

7.2

Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	1
Gyraulus albus	2
Planorbarius corneus	3
Ancylus fluviatilis	2
Galba palustris	2
Segmentina nitida	2
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	2
Sphaerium lacustre	1
Pisidium obtusale	+
Pisidium casertanum	+

Artenzahl: 23
Gesamtabundanz: 36
G/A: 1,56

8 Herbitzheim
5° 29,65' / 54° 48,oo'
Km lol v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b,e
Flußbreite: 32 m linkes Ufer: 3 m H / 1,5 m B
Wassertiefe: 1,5 m rechtes Ufer:3 m H / 2 m B
Sichttiefe: 7o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,25 m/sec

Zone a: o,7 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Myriophyllum spicatum

Mollusken:

Viviparus viviparus	1
Potamopyrgus jenkinsi	2
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1
Planorbarius corneus	1
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	3

Artenzahl: 8
Gesamtabundanz: 14
G/A: 1,75

9 Saareinsming
5° 32,35' / 54° 54,25'
Km 114 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,d,e
Flußbreite: 35 m linkes Ufer: 1 m H / steil
Wassertiefe: 1,o m rechtes Ufer:2 m H / 6 m B
Sichttiefe: 7o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,85 m/sec

Zone a: 6o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton natans
Potamogeton lucens
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum

Mollusken:

Theodoxus fluviatilis	2
Viviparus viviparus	3
Valvata piscinalis	2
Valvata cristata	1
Potamopyrgus jenkinsi	5
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Radix auricularia	3
Radix peregra ovata	3

9.2

Planorbis planorbis	1
Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	1
Gyraulus albus	2
Planorbarius corneus	3
Ancylus fluviatilis	3
Acroloxus lacustris	3
Segmentina nitida	1
Galba palustris	2
Unio tumidus	2
Unio pictorum	2
Unio crassus	2
Anodonta cygnea	3
Sphaerium corneum	4
Sphaerium lacustre	3
Pisidium obtusale	2
Pisidium casertanum	2
Dreissena polymorpha	1

Artenzahl: 27
Gesamtabundanz: 61
G/A: 2,26

1o Saargemünd
25 7692o / 54 4229o
Km 122,6 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b

Flußbreite: 45 m linkes Ufer: 2 m H / 1 m B
Wassertiefe: 2,2 m rechtes Ufer:o,8 m H / steil
Sichttiefe: 5o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,15 m/sec

Zone a: 1,o bis 1,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton lucens
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton natans
Myriophyllum spicatum
Nuphar lutea

Mollusken:

Theodoxus fluviatilis	2
Viviparus viviparus	4
Valvata piscinalis	2
Valvata cristata	+
Potamopyrgus jenkinsi	5
Bithynia tentaculata	4
Physa acuta	4

lo.2

Radix auricularia	3
Radix peregra ovata	3
Planorbis planorbis	+
Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	2
Gyraulus albus	3
Planorbarius corneus	3
Ancylus fluviatilis	2
Segmentina nitida	1
Galba palustris	2
Unio tumidus	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	3
Sphaerium lacustre	2
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 23
Gesamtabundanz: 52
G/A: 2,25

11 Hanweiler
25 7658o / 54 4256o
Km 123 v.Q. Sarre Rouge

Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 5o m linkes Ufer: 1,5 m H / o,5 m B
Wassertiefe: 7o cm rechtes Ufer:o,4 m H / steil
Sichttiefe: 4o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,35 m/sec

Zone a: 6o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton lucens
Potamogeton perfoliatus
Potamogeton natans
Ceratophyllum demersum
Myriophyllum spicatum
Nuphar lutea
Nymphea alba

Mollusken:

Theodoxus fluviatilis	1
Viviparus viviparus	3
Valvata piscinalis	1
Potamopyrgus jenkinski	4
Bithynia tentaculata	4
Physa acuta	4

11.2

Radix auricularia	2
Radix peregra ovata	4
Planorbis planorbis	1
Planorbis carinatus	1
Anisus vortex	2
Gyraulus albus	2
Planorbarius corneus	2
Acroloxus lacustris	2
Ancylus fluviatilis	2
Galba palustris	1
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	3
Sphaerium lacustre	2
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 22
Gesamtabundanz 46
G/A: 2,o9

12 Auersmacher
25 7624o / 54 4554o
Km 126 v.Q. Sarre Rouge r.

Uferzonen: a,b,e
Flußbreite: 55 m linkes Ufer: 2,o m H / 1,5 m B
Wassertiefe: 4,5 m rechtes Ufer:o,7 m H / steil
Sichttiefe: 7o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,14 m/sec

Zone a: o,5 bis 1,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Myriophyllum spicatum
Nuphar lutea
Nymphea alba

Mollusken:

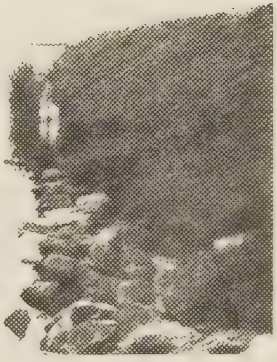
Viviparus viviparus	4
Valvata piscinalis	1
Potamopyrgus jenkinsi	3
Bithynia tentaculata	4
Physa acuta	4
Radix peregra ovata	4
Gyraulus albus	1
Planorbarius corneus	2
Acroloxus lacustris	1

12.2

Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	2
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	4
Sphaerium lacustre	2
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 16
Gesamtabundanz: 38
G/A: 2,25

13 Güdingen
25 7523o / 54 513oo
Km o,3 1



Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 54 m linkes Ufer: 3 m H / 3 m B
Wassertiefe: 4,4 m rechtes Ufer:2,2 m H / 2 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,18 m/sec

Zone a: o,3 bis 1,8 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Nuphar lutea
Nymphea alba

Mollusken:

Viviparus viviparus	5
Valvata piscinalis	1
Potamopyrgus jenkinsi	2
Bithynia tentaculata	5
Physa acuta	2
Radix auricularia	1
Radix peregra ovata	2
Gyraulus albus	1
Planorbarius corneus	1
Ancylus fluviatilis	1

13.2

Acroloxus lacustris	1
Galba palustris	1
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	3
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 18
Gesamtabundanz: 33
G/A: 1,84

14 Saarbrücken, Saardurchstich bei St.Arnual
25 7449o / 54 53o2o
Km 2,6

Uferzonen: (a), b,e,s
Flußbreite: 56 m linkes Ufer: 2,6 m H / 6 m B
Wassertiefe: 3,2 m rechtes Ufer:3,3 m H / 4 m B
Sichttiefe: 65 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,16 m/sec

Zone a: nur horstweise
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus (+)
Nuphar lutea

Mollusken:

Viviparus viviparus	4
Potamopyrgus jenkinsi	1
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	4
Radix peregra ovata	1
Planorbarius corneus	1
Acroloxus lacustris	1
Galba palustris	2
Unio tumidus	1
Unio pictorum	2
Unio crassus	1

14.2

Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	2
Sphaerium lacustre	1
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 15
Gesamtabundanz: 28
G/A: 1,86

15 Saarbrücken, Undine
25 7376o / 54 5473o
Km 5,3 r

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 39 m linkes Ufer: 2,5 m H / 4 m B
Wassertiefe: 4,5 m rechtes Ufer:2,5 m H / 2,5 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,o5 m/sec

Zone a: o,3 bis o,8 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus

Mollusken:

Viviparus viviparus	3
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	3
Radix auricularia	1
Radix peregra ovata	1
Unio tumidus	+
Unio crassus	+
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	3
Dreissena polymorpha	1

Artenzahl: 1o
Gesamtabundanz: 17
G/A: 1,7o

16 Saarbrücken, Ruderclub-Saar (RCS)
25 7319o/ 54 5485o
Km 5,9 l

Uferzonen: b,p
Flußbreite: 56 m linkes Ufer: o,5 m H / p
Wassertiefe: 3,8 m rechtes Ufer:o,5 m H / p
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,21 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

Mollusken:
Dreissena polymorpha 2

Artenzahl: 1
Gesamtabundanz: 2
G/A: 2,oo

17 Saarbrücken, Bismarckbrücke
25 7295o / 54 5515o
Km 6,3 l

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 41 m linkes Ufer: 1 m H / 2,5 m B
Wassertiefe: 5,2 m rechtes Ufer:2 m H / 3 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,2 m/sec

Zone a: o,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	4
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	3
Radix peregra ovata	1
Gyraulus albus	1
Planorbarius corneus	1
Ancylus fluviatilis	1
Acroloxus lacustris	2
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	2
Sphaerium lacustre	1
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 12
Gesamtabundanz: 23
G/A: 1,82

18 Saarbrücken, Amtsgericht
25 727oo / 54 5514o
Km 6,6 1

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 46 m linkes Ufer: 1,4 m H / 3 m B
Wassertiefe: 4,5 m rechtes Ufer:1,2 m H / 1,9 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,16 m/sec

Zone a: o,3 bis o,7 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	3
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1
Planorbarius corneus	1
Ancylus fluviatilis	1
Acroloxus lacustris	1
Unio tumidus	+
Unio pictorum	+
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	3
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 12
Gesamtabundanz: 2o
G/A: 1,66

19 Saarbrücken, Alte Brücke
25 72360 / 54 55410
Km 7,0 1

Uferzonen: b,p
Flußbreite: 53 m linkes Ufer: 1 m H/ p
Wassertiefe: 3,6 m rechtes Ufer:1 m H/ p
Sichttiefe: 55 cm
Strömungsgeschwindigkeit: 0,15 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

Mollusken:
Dreissena polymorpha 2

Artenzahl: 1
Gesamtabundanz: 2
G/A: 2,00

2o Saarbrücken, Wilhelm-Heinrich-Brücke
25 7228o / 54 5571o
Km 7,3 1

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 53 m linkes Ufer: o,9 m H / 2 m B
Wassertiefe: 4,3 m rechtes Ufer:1,3 m H / 1 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,19 m/sec

Zone a: o,3 bis o,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:	
Viviparus viviparus	2
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Planorbarius corneus	+
Acroloxus lacustris	2
Unio pictorum	+
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	2
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 9
Gesamtabundanz: 15
G/A: 1,66

21 Saarbrücken, Luisenbrücke
25 72o9o / 54 56olo
Km 7,7 r

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 47 m linkes Ufer: 1,2 m H / 6 m B
Wassertiefe: 3,5 m rechtes Ufer:o,7 m H / 3,5 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,18 m/sec

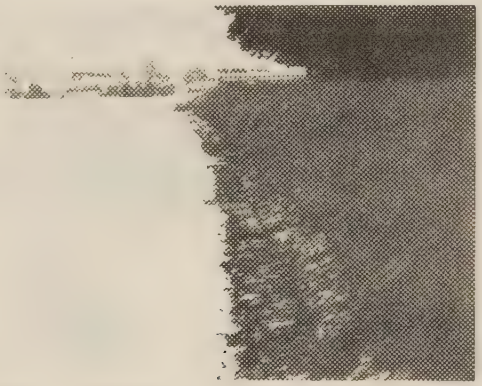
Zone a: o,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	2
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1
Acroloxus lacustris	2
Sphaerium corneum	2
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 7
Gesamtabundanz: 13
G/A: 1,85

22 Saarbrücken, Schleuse
25 7151o / 54 5597o
Km 8,3 l



Uferzonen: a,b,(e),m
Flußbreite: 67 m linkes Ufer: 1,9 m H / 3 m B
Wassertiefe: 2,9 m rechtes Ufer:1,9 m H / 4 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,12 m/sec

Zone a: o,4 bis o,7 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	2
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1
Acroloxus lacustris	1
Sphaerium corneum	2

Artenzahl: 6
Gesamtabundanz: 11
G/A: 1,83

23 Saarbrücken, Haus der Gesundheit
25 7o78o / 54 5593o
Km 9,1 l

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 43 m linkes Ufer: 4,4 m H / 8,5 m B
Wassertiefe: 2,4 m rechtes Ufer:1,7 m H /12 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,17 m/sec

Zone a: o,4 bis o,8 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	2
Bithynia tentaculata	4
Physa acuta	3
Radix peregra ovata	1
Acroloxus lacustris	2
Sphaerium corneum	3

Artenzahl: 6
Gesamtabundanz: 15
G/A: 2,5o

24 Saarbrücken, Messegelände
25 7oo6o / 54 5566o
Km 9,8 l

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 5o m linkes Ufer: 2,2 m H / 3 m B
Wassertiefe: 2,5 m rechtes Ufer:1,9 m H / 5 m B
Sichttiefe: 55 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,19 m/sec

Zone a: o,6 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	1
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	3
Acroloxus lacustris	1
Sphaerium corneum	3

Artenzahl: 5
Gesamtabundanz: 11
G/A: 2,2o

25 Saarbrücken, Burbacher Hütte

25 6923o / 54 558oo

Km 1o,7 r

Uferzonen: a,b,m

Flußbreite: 37 m linkes Ufer: 2,7 m H / 5 m B

Wassertiefe: 2,1 m rechtes Ufer:1,6 m H / 4,5 m B

Sichttiefe: 6o cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,16 m/sec

Zone a: nur horstweise

Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	1
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Sphaerium corneum	1

Artenzahl: 4

Gesamtabundanz: 6

G/A:1,5o

26 Saarbrücken, Kanuclub Burbach

25 6845o / 54 5623o

Km 11,6

Uferzonen: a,b,e,s

Flußbreite: 51 m linkes Ufer: 2,3 m H / 6 m B

Wassertiefe: 3,2 m rechtes Ufer:2,6 m H / 8 m B

Sichttiefe: 5o cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,19 m/sec

Zone a: o,5 bis 1,3 m breiter Uferstreifen

Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	1
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	3
Sphaerium corneum	2
Acroloxus lacustris	2

Artenzahl: 5

Gesamtabundanz: 11

G/A: 2,2

27 Völklingen, Luisenthal
25 6341o / 54 5746o
Km 16,9 r

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 42 m linkes Ufer: 4,4 m H / 8,5 m B
Wassertiefe: 2,3 m rechtes Ufer:3,5 m H / 8 m B
Sichttiefe: 55 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,18 m/sec

Zone a: o,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	1
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	4
Sphaerium corneum	2
Acroloxus lacustris	2

Artenzahl: 5
Gesamtabundanz: 12
G/A: 2,4o

28 Völklingen, Schleuse
25 6119o / 54 5699o
Km 19,8 1

Uferzonen: a,b,e,m
Flußbreite: 26 m linkes Ufer: 1,5 m H / 2 m B
Wassertiefe: 1,9 m rechtes Ufer:4,5 m H / 7 m B
Sichttiefe: 7o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,21 m/sec

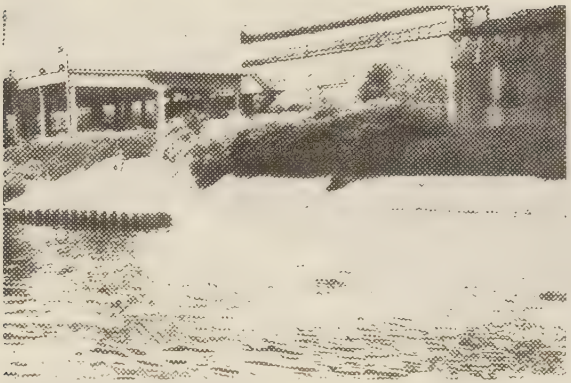
Zone a: o,4 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Bithynia tentaculata	1
Physa acuta	2

Artenzahl: 2
Gesamtabundanz: 3
G/A: 1,5o

29 Völklingen, Rosselmündung
25 6122o / 54 577oo
Km 2o,6 1



Uferzonen: betonierte Fließrinne
Breite: 5 m
Wassertiefe: 5o cm
Sichttiefe: 2o cm
Strömungsgeschwindigkeit: 1,5 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

3o Völklingen, Hostenbach
25 6o31o / 54 59o5o
Km 22,3 1

Uferzonen: b,s
Flußbreite: 35 m linkes Ufer: 1,9 m H / 8 m B
Wassertiefe: 2,5 m rechtes Ufer:2,6 m H / 7 m B
Sichttiefe: 45 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,2o m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

31 Wadgassen, Bistmündung

25 58o7o / 54 5978o

Km 24,7 l

Uferzonen: (a),(b),d
Breite: 12 m
Wassertiefe: 4o cm
Sichttiefe: leicht trübes Wasser, Bodensicht
Strömungsgeschwindigkeit: o,4 m/sec

Zone a: nur vereinzelt Potamogeton-Bestände
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

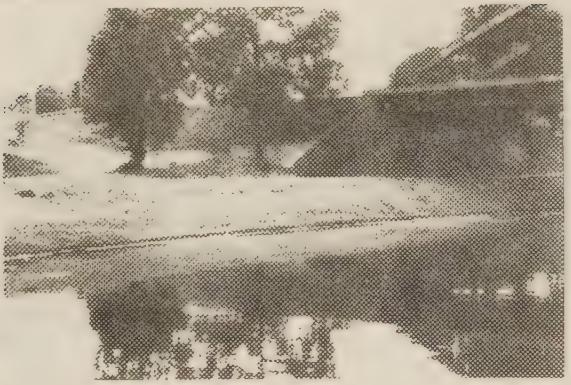
Bithynia tentaculata	1
Physa acuta	2
Sphaerium corneum	1

Artenzahl: 3
Gesamtabundanz: 4
G/A: 1,33

32 Wadgassen, Eisenbahnbrücke

25 5779o / 54 5996o

Km 25,1 r



Uferzonen: b,s

Flußbreite: 4o m linkes Ufer: 3,1 m H / 4 m B

Wassertiefe: 3,7 m rechtes Ufer:2,1 m H / 4,5 m B

Sichttiefe: 2o cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,21 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

33 Lisdorf, Pumpwerk des Kraftwerkes Ensdorf
25 5584o / 54 6131o
Km 27,7 r

Uferzonen: b,(s)
Flußbreite: 45 m
Wassertiefe: 5,3 m
Sichttiefe: 25 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,11 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

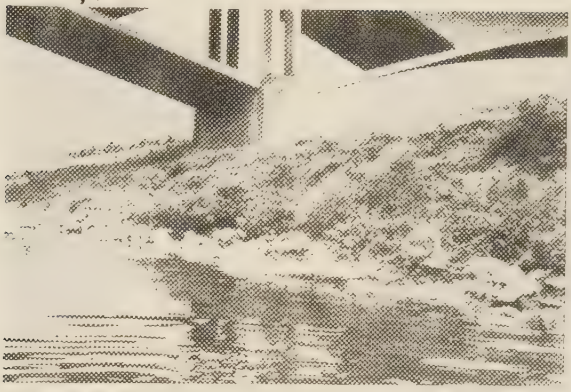
34 Lisdorf
25 5564o / 54 6275o
Km 29,3 l

Uferzonen: b,s
Flußbreite: 39 m linkes Ufer: 2,9 m H / 4 m B
Wassertiefe: 1,7 m rechtes Ufer:4,4 m H / 7,2 m B
Sichttiefe: 2o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,35 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

35 Pachten, Brücke
25 52o9o / 54 6721o
Km 39,6 r



Uferzonen: b,s
Flußbreite: 36 m linkes Ufer: 2,9 m H / 12 m B
Wassertiefe: 1,6 m rechtes Ufer:3,4 m H / 1o m B
Sichttiefe: 45 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,28 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

36 Pachten, Primsmündung
25 5184o / 54 67 32o
Km 39,9

Uferzonen: b,s
Breite: 3o m
Wassertiefe: 1,o m
Sichttiefe: 15 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,33 m/sec

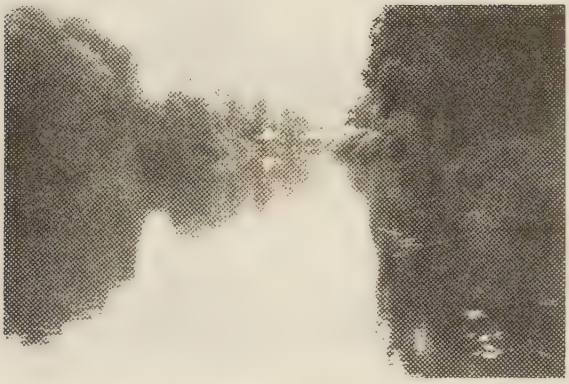
keine höheren Wasserpflanzen im Mündungsbereich

Mollusken:

Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1

Artenzahl: 2
Gesamtabundanz: 3
G/A: 1,5o

37 Niedmündung
25 485oo / 54 731oo
Km 48,2 1



Uferzonen: a,b,d,e
Breite: 45 m
Wassertiefe: 1,9 m
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,41 m/sec

Zone a: 7o % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum
Nuphar lutea
Nymphea alba

Mollusken:

Theodoxus fluviatilis	3
Viviparus viviparus	3
Valvata piscinalis	1
Bithynia tentaculata	2
Radix auricularia	3
Radix peregra ovata	4
Lymnea stagnalis	3

37.2

Ancylus fluviatilis	2
Acroloxus lacustris	2
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	1
Sphaerium corneum	3

Artenzahl: 15
Gesamtabundanz: 32
G/A: 2,13

38 Mechern

25 4613o / 54 7616o

Km 53,9 l

Uferzonen: a,(b),d

Flußbreite: 6o m linkes Ufer: o,9 m H / 6 m B

Wassertiefe: 1,o m rechtes Ufer:o,4 m H / 4 m B

Sichttiefe: 4o cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,95 m/sec

Zone a: bis 2 m breiter Streifen in der Stillwasserzone

Potamogeton pectinatus

Mollusken: alle Funde sind leere Gehäuse

Theodoxus fluviatilis	3
Viviparus viviparus	3
Valvata piscinalis	2
Bithynia tentaculata	2
Physa acuta	2
Radix auricularis	3
Radix peregra ovata	3
Lymnea stagnalis	2
Ancylus fluviatilis	2
Acroloxus lacustris	2
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1

38.2

Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	2

Artenzahl: 15

39 **Merzig**

25 4585o / 54 7899o

Km 58,4 r

Uferzonen: b,d

Flußbreite: 61 m linkes Ufer: 3,2 m H / 5 m B

Wassertiefe: 1,3 m rechtes Ufer:2,4 m H / 1,5 m B

Sichttiefe: 25 cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,35 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

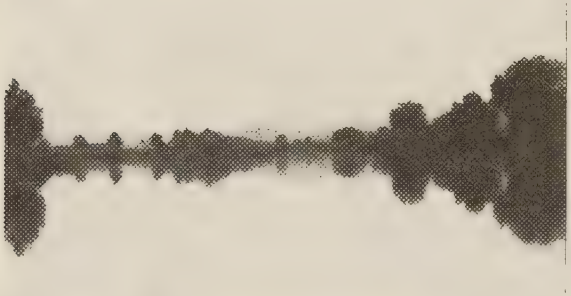
4o Besseringen, Wirtschaftsbrücke
25 4387o / 54 8172o
Km 62,5 r

Uferzonen: b
Flußbreite: 55 m linkes Ufer: o,8 m H / 9 m B
Wassertiefe: 3,1 m rechtes Ufer:1,9 m H / 8 m B
Sichttiefe: 2o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,15 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

41 Besseringen, Totarm der Saar
25 438oo / 54 8155o
Km 62,4 l



Uferzonen: a,b,d,e
Breite: 5o m
Wassertiefe: 1,5 m
Sichttiefe: 25 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,1o m/sec

Zone a: o,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Bithynia tentaculata	1
Physa acuta	2
Radix auricularia	2
Radix peregra ovata	2
Lymnea stagnalis	3
Sphaerium corneum	2

Artenzahl: 6
Gesamtabundanz: 12
G/A: 2,oo

42 Besseringen, Straßenbrücke
25 4323o / 54 8249o
Km 63,5 r

Uferzonen: b
Flußbreite: 65 m linkes Ufer: 1,2 m H / 6 m B
Wassertiefe: 2,9 m rechtes Ufer:o,9 m H / o,4 m B
Sichttiefe: 3o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,o9 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

43 Dreisbach
25 4143o / 54 8327o
Km 65,7 l

Uferzonen: b
Flußbreite: 7o m linkes Ufer: 1,3 m H / 5,5 m B
Wassertiefe: 6,2 m rechtes Ufer:1 m H /12 m B
Sichttiefe: 25 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,o5 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

44 Dreisbach, Salzbachmündung
25 4117o / 54 8342o
Km 65,9 l

Uferzonen: d
Breite: 7 m
Wassertiefe: 25 cm
Sichttiefe: klares Wasser
Strömungsgeschwindigkeit: o,5 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde im Mündungsbereich

45 Dreisbach, Fähre Montclair
25 399oo / 54 8455o
Km 67,7 r

Uferzonen: b
Flußbreite: 61 m linkes Ufer: 1,2 m H / steil
Wassertiefe: 6,7 m rechtes Ufer:2,5 m H / 1 m B
Sichttiefe: 3o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,o5 m/sec

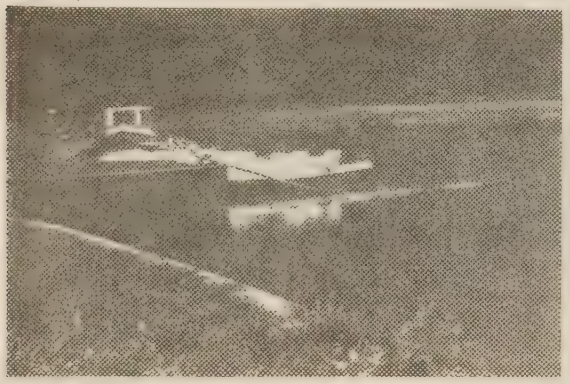
keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

46 Dreisbach, Steinbachmündung

25 3945o / 54 8467o

Km 68,o 1



Uferzonen: a,d

Breite: 6 m

Wassertiefe: 3o cm

Sichttiefe: klares Wasser

Strömungsgeschwindigkeit: o,45 m/sec

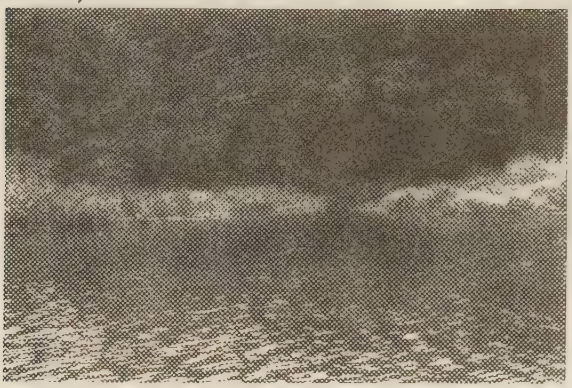
Zone a: 25 % Deckungsgrad im Flußquerschnitt an der Mündung

Potamogeton pectinatus

Mollusken:

Ancylus fluviatilis 2

47 Wellesbachmündung
25 4o47o / 54 8448o
Km 69,9 l



Uferzonen: a,d,e
Breite: 7 m
Wassertiefe: o,5 m
Sichttiefe: klares Wasser
Strömungsgeschwindigkeit: o,3 m/sec

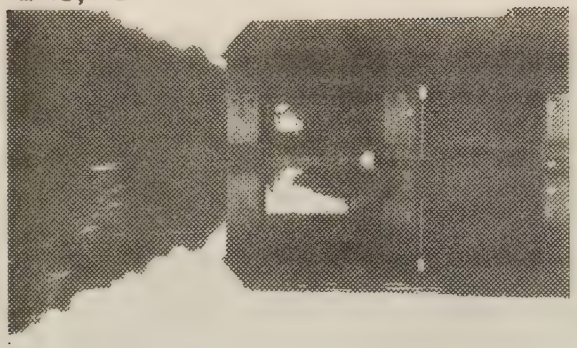
Zone a: 35 % Deckungsgrad im Flußquerschnitt
Potamogeton pectinatus
Myriophyllum spicatum
Ceratophyllum demersum

Mollusken:

Radix peregra ovata	2
Lymnea stagnalis	2
Planorbarius corneus	2
Ancylus fluviatilis	2

Artenzahl: 4
Gesamtabundanz: 8
G/A: 2,oo

48 Mettlach, Kraftwerk
25 42o7o / 54 839oo
Km 71,7 r

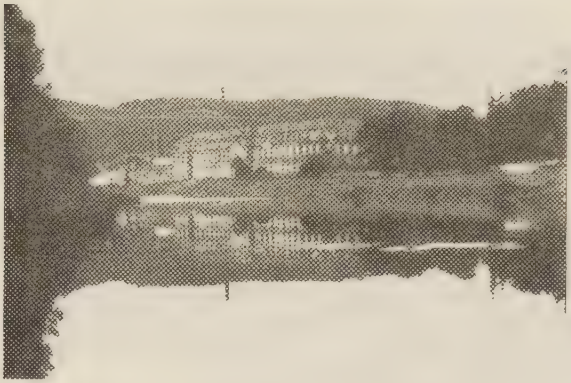


Uferzonen: b,e
Flußbreite: 14o m linkes Ufer: 1,2 m H / steil
Wassertiefe: 9,7 m rechtes Ufer:o,5 m H / o,3 m B
Sichttiefe: 35 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,o3 m/sec

keine höheren Wasserpflanzen

keine Molluskenfunde

49 Mettlach, Straßenbrücke
25 4266o / 54 842oo
Km 72,6 1



Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 62 m linkes Ufer: 1,2 m H / 5 m B
Wassertiefe: o,7 m rechtes Ufer:3,6 m H /11 m B
Sichttiefe: 35 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,35 m/sec

Zone a: o,4 bis o,8 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

5o Saarhölzbach

25 44loo / 54 8696o

Km 76,3 r (saarl. Km, entsprechen: 33,o km bis zur Mündung)

Uferzonen: a,b,d,e

Flußbreite: 6o m linkes Ufer: 4,8 m H / 2 m B

Wassertiefe: o,7 m rechtes Ufer:2,3 m H /lo m B

Sichttiefe: 3o cm

Strömungsgeschwindigkeit: o,85 m/sec

Zone a: o,5 m breiter Uferstreifen

Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

51 Hamm
25 4439o / 54 924oo
Km 25,7 r

Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 52 m linkes Ufer: 5,8 m H/ 3 m B
Wassertiefe: o,7 m rechtes Ufer:4,8 m H/ 3,5 m B
Sichttiefe: 4o cm
Strömungsgeschwindigkeit: 1,55 m/sec

Zone a: o,5 bis 1,o m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

52 Saarburg
25 4o32o / 54 97o6o
Km 17,2 l

Uferzonen: a,d,m
Flußbreite: 53 m linkes Ufer: 4,3 m H / 2 m B
Wassertiefe: 1,1 m rechtes Ufer:1,6 m H / 1,5 m B
Sichttiefe: 45 cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,75 m/sec

Zone a: 1,o bis 1,3 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

53 Biebelhausen
25 4142o / 55 oo27o
Km 12,7 l

Uferzonen: a,b,d,e
Flußbreite: 77 m linkes Ufer: 3,5 m H / 2 m B
Wassertiefe: o,9 m rechtes Ufer:o,4 m H / steil
Sichttiefe: 5o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,55 m/sec

Zone a: o,5 bis 1,o m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

54 Konz, Eisenbahnbrücke
25 41loo / 55 o713o
Km o,3 1

Uferzonen: a,b,e,s
Flußbreite: 8o m linkes Ufer: 1,7 m H / 2 m B
Wassertiefe: 4,7 m rechtes Ufer:3,3 m H / 2,5 m B
Sichttiefe: 6o cm
Strömungsgeschwindigkeit: o,21 m/sec

Zone a: 1,o m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus

keine Molluskenfunde

55 Mosel, vor der Saarmündung
25 41o4o / 55 o736o
Km 2oo,8 r

Uferzonen: a,b,e,s

Zone a: 1,o bis 1,5 m breiter Uferstreifen
Potamogeton pectinatus
Potamogeton crispus
Potamogeton perfoliatus

Mollusken:

Viviparus viviparus	3
Bithynia tentaculata	3
Physa acuta	2
Radix peregra ovata	1
Unio tumidus	1
Unio pictorum	1
Unio crassus	1
Anodonta cygnea	2
Sphaerium corneum	3
Dreissena polymorpha	2

Artenzahl: 1o
Gesamtabundanz: 19
G/A: 1,9o

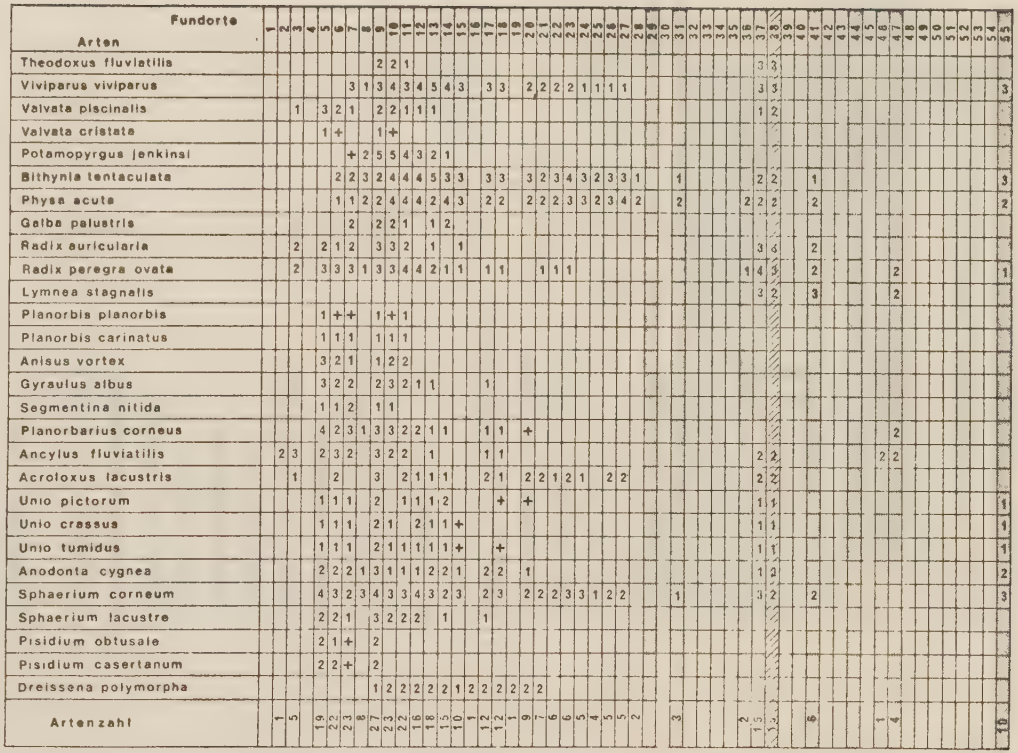

Fundorte
Arten
Theodoxus fluviatilis
Viviparus viviparus
Valvata piscinalis
Valvata cristata
Potamopyrgus jenkinsi
Bithynia tentaculata
Physa acuta
Galba palustris
Radix auricularia
Radix peregra ovata
Lymnea stagnalis
Planorbis planorbis
Planorbis carinatus
Anisus vortex
Gyraulus albus
Segmentina nitida
Planorbarius corneus
Ancylus fluviatilis
Acroloxus lacustris
Unio pictorum
Unio crassus
Unio tumidus
Anodonta cygnea
Sphaerium corneum
Sphaerium lacustre
Pisidium obtusale
Pisidium casertanum
Dreissena polymorpha
Artenzahl

Abb. 10

3.3 Die Belastung der Saar

Die folgende Beschreibung der gegenwärtigen Saarbelastung ist eine Zusammenfassung der von AVS, WSA und WWA zur Verfügung gestellten Unterlagen und eigener Untersuchungsergebnisse von 1971 bis 1974 (Abwasserlastplan WWA Dezember 1972, Meßreihen und Wasseruntersuchungen von AVS,WSA und WWA 1971 - 1974). Die Meßreihen der oben genannten Behörden wurden durch eigene spezielle Untersuchungen ergänzt. Die Verbindung aller Meßergebnisse ermöglicht eine ausführliche Darstellung der Belastung des Temperatur- und Sauerstoffhaushaltes der mittleren und unteren Saar.

Die industrielle Entwicklung und die gegenwärtige Wirtschaftsstruktur des Saarlandes bedingen die derzeitige Saarbelastung. Das Ballungsgebiet von Industrie, Siedlungen und Verkehrswegen erstreckt sich im mittleren Saartal von Saarbrücken bis Dillingen und im direkten Einzugsbereich der mittleren Saar, im Raum Neunkirchen, im Sulzbach- und Fischbachtal. Dazu kommen die Ballungsgebiete im Einzugsbereich der Rossel in Lothringen. Einen Überblick über die Industriestandorte in diesem Raum gibt Abbildung Nr. 11 (Deutscher Planungsatlas, Saarland 1972).

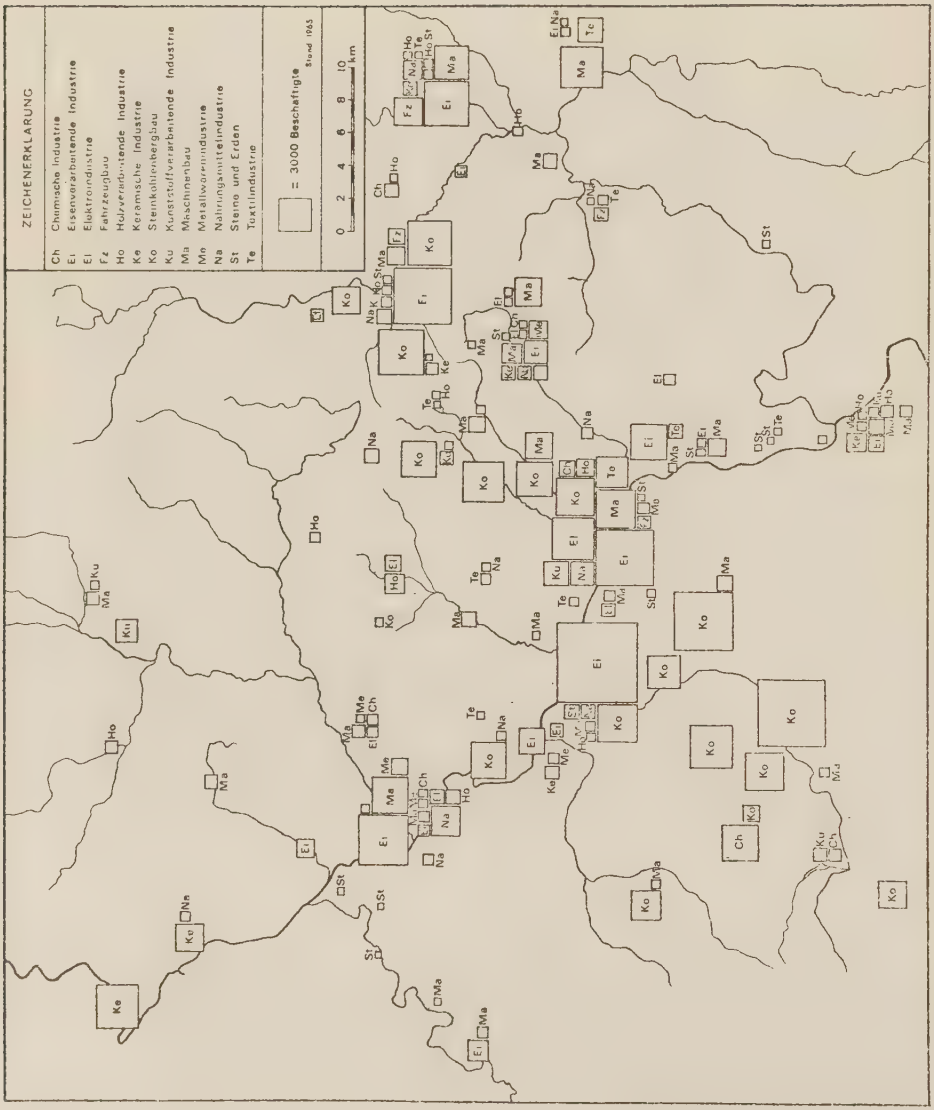

ZEICHENERKLÄRUNG
Ch Chemische Industrie
El Eisenverarbeitende Industrie
El Elektroindustrie
Fz Fahrzeugbau
Ho Holzverarbeitende Industrie
Ke Keramische Industrie
Ko Steinkohlenbergbau
Ku Kunststoffverarbeitende Industrie
Ma Maschinenbau
Mo Metallverformung
Na Nahrungsmittelindustrie
St Steine und Erden
Te Textilindustrie
= 3000 Beschäftigte
Stand 1965
0 2 4 6 8 10 km

Abb. 11

Die spezifische Belastungssituation der Saar ist dadurch gekennzeichnet, daß alle Hauptbelastungsfaktoren, wie Aufheizung durch die Einleitung von Kühlwässern und die Zufuhr unzureichend geklärter kommunaler und industrieller Abwässer, gleichzeitig auf einer Strecke von etwa 4o km zwischen Saargemünd und Dillingen, die Saar belasten. Neben diesen, den Vorfluter direkt belastenden, Faktoren beeinflußt die Stauhaltung den Stoffhaushalt der mittleren Saar und des Rückstaus zwischen Merzig und Mettlach. Einerseits werden durch die Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit die Sedimentationsvorgänge erheblich verstärkt und gleichzeitig die Zufuhr frischen, sauerstoffreichen Wassers verringert, andererseits werden, das gilt besonders für den Staubereich zwischen Saargemünd und Schleuse Völklingen, durch Substratveränderungen den benthalen Lebensgemeinschaften auf weiten Strecken die Existenzmöglichkeit genommen (z.B. Spundwände, Ufermauern).

3.3.1 Die Wärmebelastung der Saar

Die Wärmebelastung der Saar wird neben den Kühlwassereinleitungen der Kohlekraftwerke durch den Wärmeeintrag aus häuslichen, gewerblichen und industriellen Kühlwässern (Hütten, Kokereien usw.) verursacht. Nach Unterlagen des WSA entnehmen folgende Betriebe größere Mengen Kühlwasser aus der Saar:

Kraftwerk Großblittersdorf	6 m^3/sec	
Hütte Röchling Burbach	1,11	bei Km 1o,3
	1,33	bei Km 1o,8
Kraftwerk Fenne	6-8	
Hütte Röchling Völklingen	2,5	
Kraftwerk Wehrden	5,o	
Kraftwerk Ensdorf		
nach eigenen Angaben	8,35	
nach Schätzung des WSA	16	

Das ergibt eine durchschnittliche Kühlwasserentnahme von 3o - 35 m^3/sec.
Abflußkurven von 1956 bis 197o zeigen die Wassermengenhäufigkeit an den Wehren Saarbrücken und Mettlach und an den Pegelstationen Saarlouis, Rehlingen und Saarburg (Abb. 12)

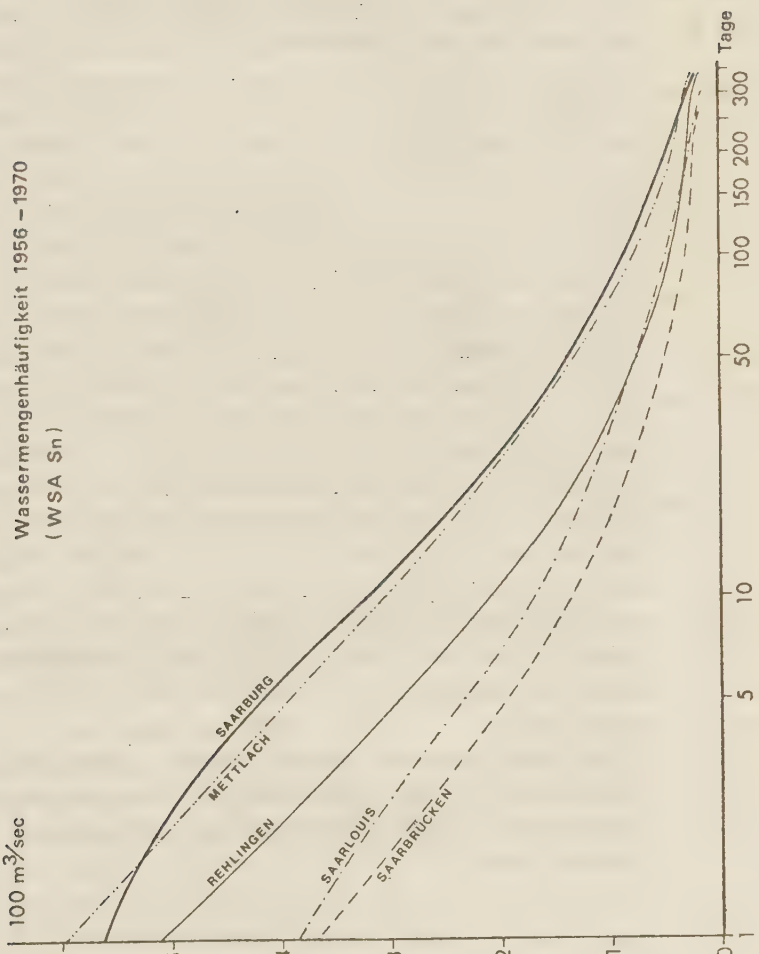

Wassermengenhäufigkeit 1956 – 1970
(WSA Sn)
100 m³/sec
SAARBURG
METTLACH
REHLINGEN
SAARLOUIS
SAARBRÜCKEN
Tage
1
5
10
50
100
150
200
300
0
1
2
3
4
5
6

Abb.: 12

Aus diesen Abflußkurven wird ersichtlich, daß die Wasserführung der Saar bei Saarlouis nur an 18o Tagen im Jahr höher ist als die Gesamtkühlwasserentnahme zwischen Großblittersdorf und Ensdorf; die Wasserführung der Saar bei Saarbrücken, die für die Wassermenge des Stauabschnittes Großblittersdorf - Völklingen Rosselmündung repräsentativer ist, ist nur an loo Tagen/Jahr höher als die Kühlwasserentnahme in diesem Saarabschnitt. Das bedeutet, daß im Sommerhalbjahr bei geringster Wasserführung, das Saarwasser mehrfach zur Kühlung verwendet wird. Die dichte Aufeinanderfolge der kühlwasserentnehmenden Betriebe läßt zwischen den einzelnen Aufheizungen keine Abkühlung des Wassers zu (vgl. SCHNEIDER 1972).
Die geringe Wasserführung und die hohen Außentemperaturen im Sommerhalbjahr führen zu Maximalwerten von über 4o°C (Abwasserlastplan 1972). Nach den vorliegenden Wasserrechten wird die Saar vorwiegend im Durchlaufsystem genutzt. Das führt dazu, daß in Trockenzeiten die gesamte Wassermenge schon von einem Betrieb entnommen wird (NNQ bei Saarlouis beträgt 7 m^3/sec, das MNQ etwa 12 m^3/sec). Das heißt, daß das Saarwasser zwischen Großblittersdorf und Ensdorf bei extremem Niedrigwasser fünf bis siebenmal durch die Kühlsysteme gepumpt wird. Nach den vorliegenden Wasserrechten ist sogar ein zehnmaliges Ableiten erlaubt (Abwasserlastplan 1972).
Einen Überblick über die Kühlwasserentnahmemengen, Aufheizung in Megakalorien und Ein- und Ausgangstemperaturen geben die Zusammenstellungen des AVS (siehe Anhang).

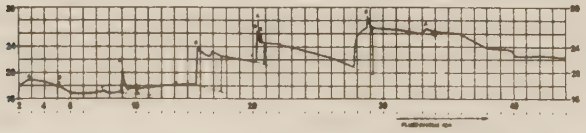
SCHMITZ (1961) betont neben der Aussagefähigkeit der Tagesgänge der Temperatur (ECKEL & REUTER 195o) auch die Bedeutung des Jahrganges für die Beurteilung des Wärmehaushaltes eines Fließgewässers. So können die Ergebnisse einmalig gemessener Profile in den Gesamtzusammenhang eingeordnet werden und falsche Interpretationen aufgrund von Einzelergebnissen vermieden werden.

Dauermessungen der Wassertemperatur an Schleusen und Pegelstationen des WSA geben Aufschluß über den Wärmehaushalt der mittleren und unteren Saar im Verlauf eines Jahres. Die Messungen werden täglich gegen 13 Uhr vorgenommen. Eigene Tagesprofile zeigen, daß um diese Tageszeit keine Temperaturmaxima auftreten. Sie liegen zwischen 15 und 18 Uhr (ausgenommen die Hauptbelastungszone, vgl. Profil Lisdorf). Außerdem wurden die Messungen aus arbeitstechnischen Gründen an dauernd besetzten wasserbaulichen Einrichtungen vorgenommen, so daß die ermittelten Werte allein keine repräsentativen Aussagen über den tatsächlichen Wärmegang zulassen. In Verbindung mit eigenen Tagesprofilen und gemessenen Längsprofilen (siehe Methodik) kann jedoch die Auswirkung der Wärmebelastung in der mittleren und unteren Saar sehr gut verdeutlicht werden.

An folgenden Stellen werden Dauermessungen der Wassertemperatur durchgeführt:

1. Güdingen Schleuse	Km 1,1
2. Saarbrücken, Schleuse	Km 8,3
3. Luisenthal, Schleuse	Km 14,2
4. Völklingen, Schleuse	Km 19,8
5. Lisdorf, Wehr	Km 28,8
6. Mettlach, Wehr	Km 71,8
7. Saarburg, Pegelstation	Km 17,2 (bis Münd.)

Die folgenden Diagramme geben den Jahresgang der Wassertemperatur an den jeweiligen Meßstationen wieder. Angegeben sind für jede Stelle die Monatsmaxima, Monatsmittelwerte und die Monatsminima von Januar 1971 bis Dezember 1973. Während die Monatsmaxima pessimale Bedingungen des Wärmehaushaltes (und damit verbunden des Sauerstoffhaushaltes) anzeigen, ist aus der Differenz der Mittelwerte zu den beiden Extremwerten die allgemeine Tendenz des Temperaturganges im Verlauf eines Jahres zu entnehmen (Anhang: Profile Güdingen - Saarburg 1971 bis 1973).
Um den Jahresgang des Temperaturverlaufes der Saar zwischen Güdingen und Saarburg zu verdeutlichen, wurden für jeden Monat (von Januar 1971 bis Dezember 1973) Längsprofile der Monatsmaxima, Monatsmittel und Monatsminima der Wassertemperatur aus den Meßreihen des WSA dargestellt. Die Profile zeigen, daß die Maximalwerte der einzelnen Stationen zwischen Juni und Oktober gemessen wurden. Eine exakte Untersuchung des tatsächlichen Wärmeganges während der pessimalen Bedingungen der Sommermonate erfolgte von Anfang Juni bis Ende Juli 1974 (Anhang: Profile Januar 1971 bis Dezember 1973).
Untersuchungen über den Einsatz von Fernerkundungsverfahren zur Feststellung von Umweltbelastungen (SCHNEIDER 1972) zeigen folgendes Wärmeprofil der mittleren Saar (Abb. 13)



Die Oberflächentemperatur der Saar am 5. Oktober 1971 nach Aufzeichnungen des in einem Hubschrauber installierten Infrarot-Radiometers aus 100 m Flughöhe.

Diese mit einem Infrarotradiometer aus einer Höhe von loo m aufgezeichnete Wärmekurve zeigt die sprunghafte Temperaturzunahme durch Kühlwassereinleiter. Diese Ergebnisse wurden durch eigene Profile bestätigt und ergänzt.

Profil Saarbrücken-Ensdorf (Abb. 14,15)

Mit Unterstützung des WSA wurden am 6.6.74 zwischen Saarbrücken-Schleuse (Km 8,4) und Wehr Ensdorf (Km 28,8) Längsprofile von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers und der Lufttemperatur aufgenommen. Die Messungen erfolgten bei Berg- und Talfahrt. So konnte nachgewiesen werden, daß die Strömung (hier etwa o,15 bis o,2 m/sec) keinen Einfluß auf die Meßergebnisse hat. Außerdem konnte gezeigt werden, daß die Außentemperatur im Verlauf der Hauptbelastungsstrecke zwischen Fenne und Ensdorf keine Bedeutung für den Wärmehaushalt der Saar hat. Unterschiede der Wassertemperatur in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und der Insolation waren nur zwischen Schleuse Saarbrücken und dem Einleiter des Kraftwerkes Fenne nachweisbar. Die Signaturen bedeuten:

S_s	Schleuse Saarbrücken
$B_{1,2}$	Einleiter der Hütte Burbach
S_L	Schleuse Luisenthal
Fe	Einleiter des Kraftwerkes Fenne
Fü	Einleiter der Kokerei Fürstenhausen
S_v	Schleuse Völklingen
$R_{1,2,3}$	Wärmeeinleiter der Hütte Röchling Völklingen
H	Walzwerk bei Hostenbach
E	Einleiter des Kraftwerkes Ensdorf oberhalb des Wehres

Die Temperaturerhöhung durch den Kühlwassereinleiter des Kraftwerkes Fenne betrug $7^{o}C$, die Kühlwässer von Fürstenhausen erhöhten die Wassertemperatur zwischen 1^{o} und 2^{o}. Der zweite große Temperaturanstieg erfolgt durch die Wärmeeingaben der Völklinger Hütte (R 1-3), deren Kühlwassertemperaturen nach eigenen Messungen

45 - 5o° betragen (Messung vom 17.1o.73). Das Walzwerk bei Hostenbach verändert die Wassertemperatur der Saar nur unwesentlich, verhindert allerdings, wie aus dem nach oben gebogenen Verlauf der Kurve ersichtlich wird, bis Km 26 eine Abkühlung der Saar. Der letzte große Wärmestoß in diesem Saarabschnitt erfolgt durch die oberhalb des Wehres Ensdorf liegenden Kühlwassereinleiter des Kraftwerkes Ensdorf. Der Rückstau vor dem Wehr führt dazu, daß sich die Erwärmung der Saar etwa 1/2 km flußaufwärts (!) ausbreitet (vgl. SCHNEIDER 1972). Der Gesamttemperaturverlauf zeigt, daß die Wärmebelastung der Hütte Burbach zu keiner wesentlichen Temperaturerhöhung des Saarwassers führt. Die Kühlwassertemperaturen betragen zwar ebenfalls mehr als 4o°, die Kühlwassermenge ist jedoch sehr gering (vgl. Angaben des AVS). Die etwa 7° betragende Erwärmung der Saar durch das Kraftwerk Fenne würde, wie die Profile zeigen, relativ schnell abgekühlt sein, wenn nicht die Einleiter von Fürstenhausen eine erneute Temperaturerhöhung und eine sichtbar längere Abkühlungsstrecke zur Folge hätten. An der Schleuse Völklingen ist die Wassertemperatur um etwa 3° höher als im Oberwasser der Schleuse Luisenthal und um 4° niedriger als die Spitzenwerte bei Fenne. Der zweite Temperatursprung bei Völklingen kann nicht mehr in diesem Maße verkraftet werden. Die erneute Zunahme der Temperatur um 7° wird auf der 9 km langen Strecke bis vor dem Einflußbereich der Einleiter des Kraftwerkes Ensdorf nur um maximal die Hälfte verringert. Die absolute Temperaturerhöhung zwischen Schleuse Luisenthal und dem Einleiter Ensdorf (ausschließlich) beträgt zwischen 6 und 7°.

Längsprofil Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur der Saar von Km 8.4 bis Km 28,8 vom 6.6.74

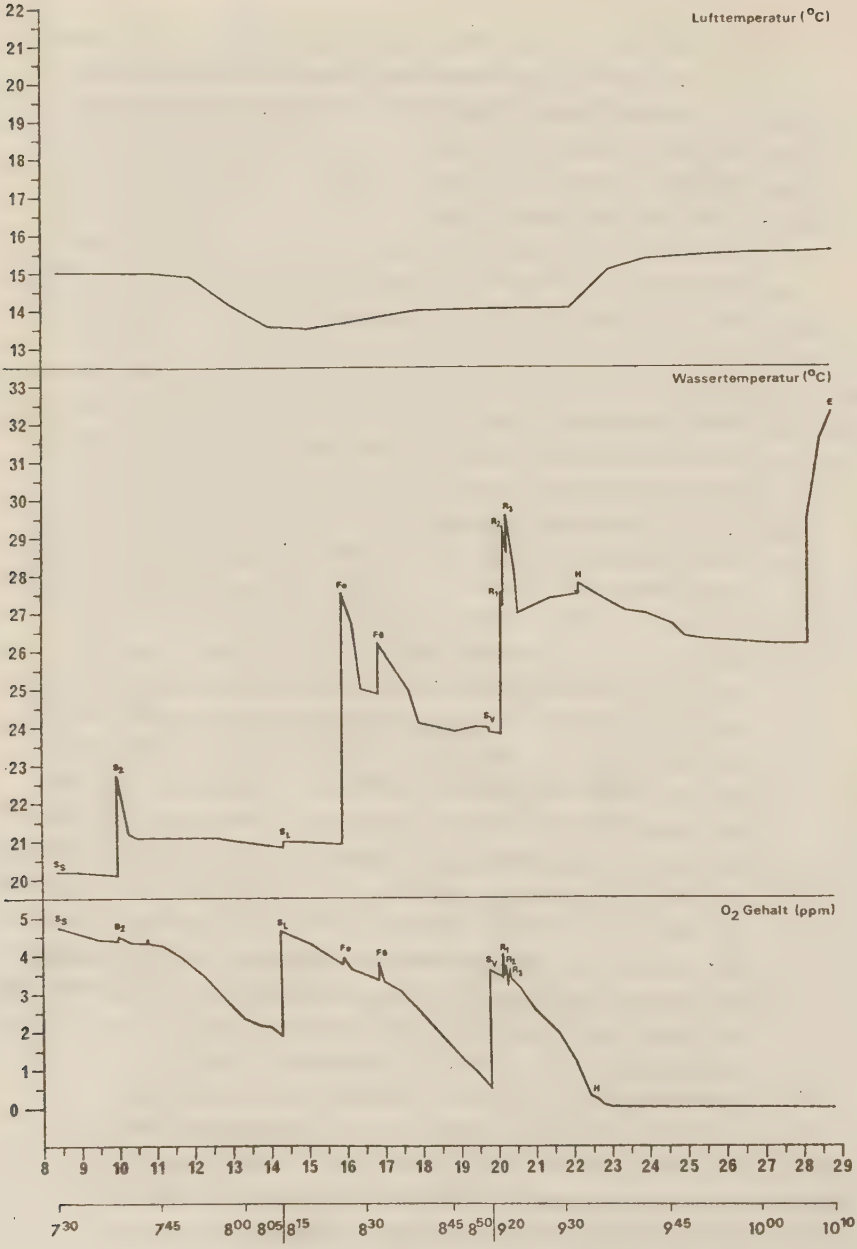


Abb. 14

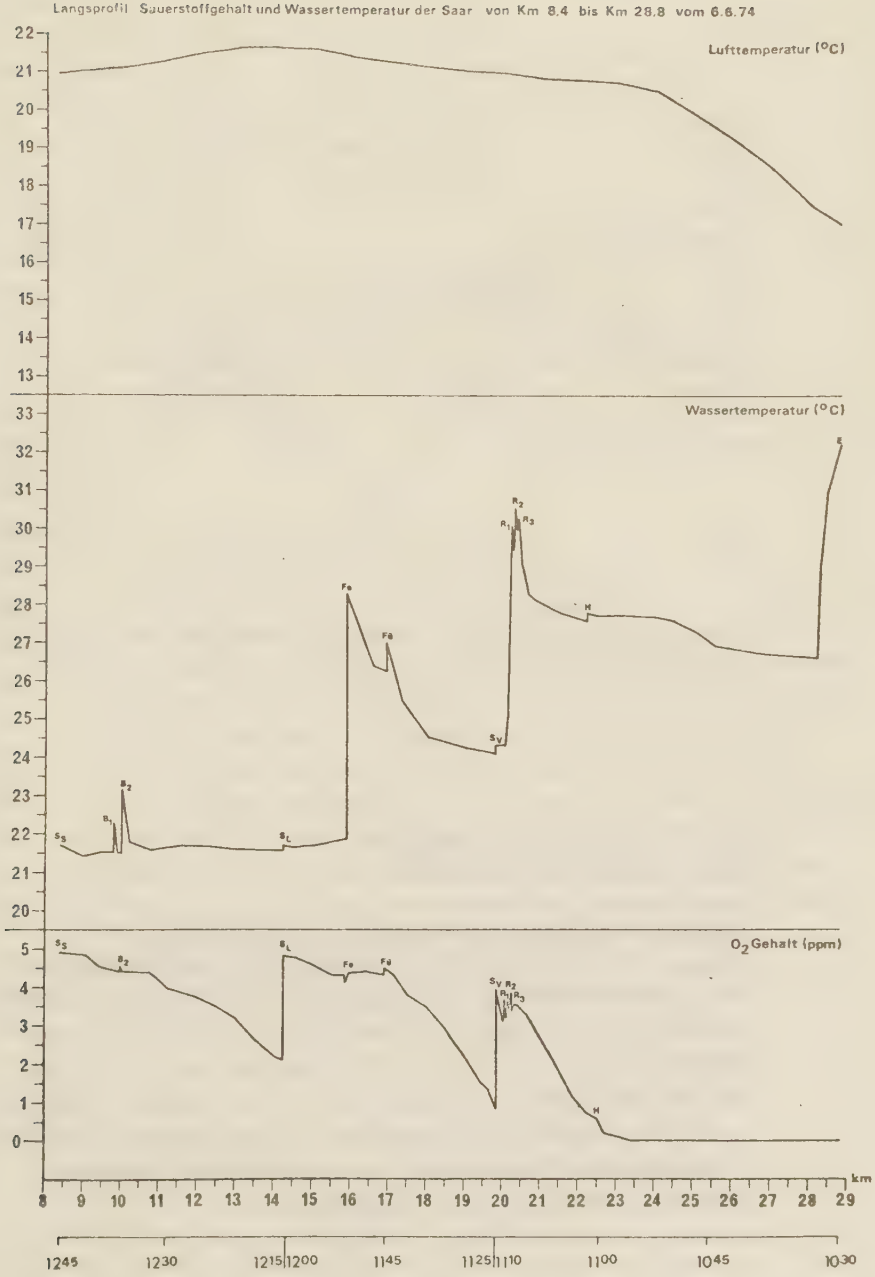

Langsprofil Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur der Saar von Km 8.4 bis Km 28.8 vom 6.6.74
Lufttemperatur (°C)
Wassertemperatur (°C)
O2 Gehalt (ppm)
km
1245
1230
1215
1200
1145
1125
1110
1100
1045
1030

Abb. 15

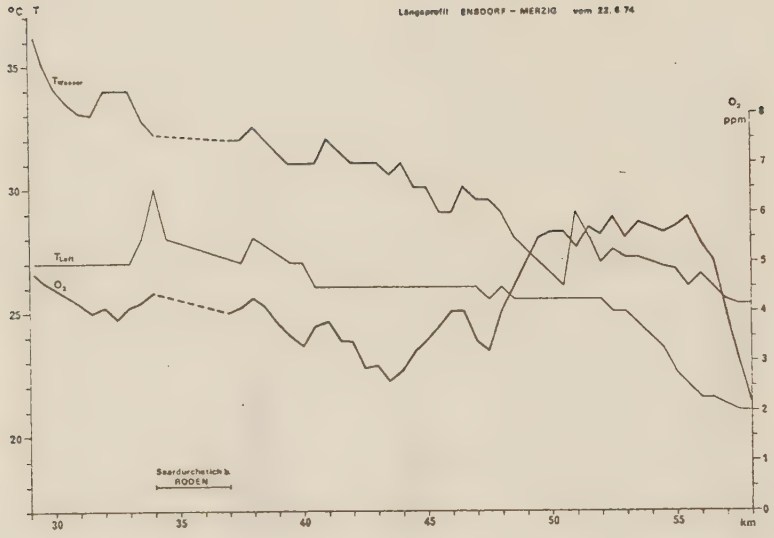


Abb. 16

Profil Ensdorf-Merzig (Abb. 16)

Wie das Profil zwischen Ensdorf und Merzig vom 22.6.74 zeigt, wird die oben beschriebene Wärmebelastung und die erneute Temperaturerhöhung des Kraftwerkseinleiters unterhalb des Wehres bei Ensdorf (gemessene Kühlwassertemperatur: 45° 2.11.73) auf einer Strecke von 29 km langsam abgekühlt. Aus dem Verlauf der beiden Temperaturkurven (Luft- und Wassertemp.) wird deutlich, daß die Erwärmung des Saarwassers in der oberhalb liegenden Strecke noch nicht ganz abgekühlt ist.

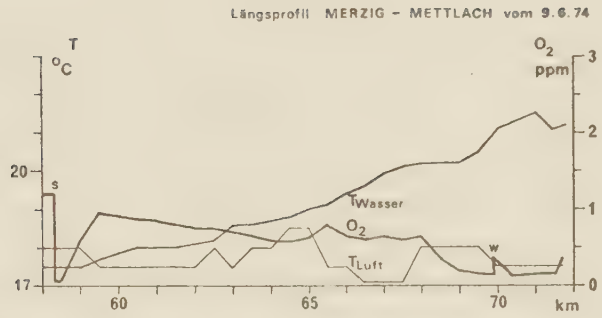


Abb. 17

Profil Merzig-Mettlach (Abb. 17)

Die langsame Temperaturzunahme der Saar zwischen Merzig und Mettlach ergibt sich im wesentlichen aus der veränderten hydrographischen Situation dieses Saarabschnittes. Zur Aufnahmezeit des Längsprofils vom 9.6.74 war die Lufttemperatur deutlich niedriger als die Wassertemperatur. Das Ergebnis dieses Längsprofils zeigt, auch in Übereinstimmung mit dem Tagesprofil bei Mettlach, daß bei extremen Situationen, wie geringe Wasserführung (zum Zeitpunkt der Untersuchung) und hohe Außentemperaturen, die Wärmebelastung der mittleren Saar den Temperaturhaushalt des Flusses bis zum Kraftwerk Mettlach beeinflußt.

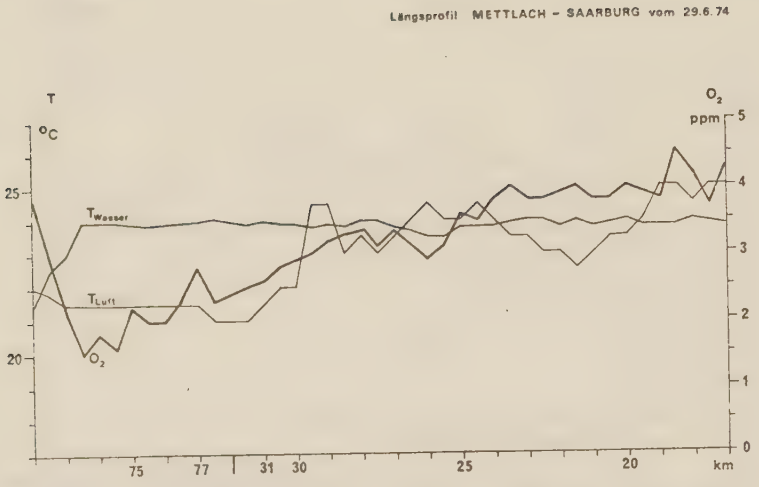


Abb. 18

Profile Mettlach-Konz (Abb. 18,19)

Der Wärmehaushalt der unterhalb des Wehres liegenden Flußstrecke bis nach Konz wird, wie die Längsprofile vom 29.6. und 18.7.74 zeigen, nur noch durch die Außenfaktoren Witterung und Hydrographie bestimmt. Innerhalb der Engtalstrecke mit sehr geringer Insolation, ist die Wassertemperatur höher als die Lufttemperatur. Dies ist jedoch kein Einfluß von Wärmebelastungen; denn nach Verlassen der Engtalstrecke hinter Saarhölzbach (Km 3o) steigt die Lufttemperatur aufgrund der verstärkten Insolation wieder an.
Im Vergleich zu den Differenzen von Luft- und Wasser-

temperatur in den oberhalb liegenden Flußabschnitten zeigen die Werte zwischen Mettlach und Konz keinerlei Abhängigkeit von der Wärmebelastung der mittleren Saar. Die Wassertemperaturen liegen in diesem Abschnitt zwischen 24° (bei Mettlach) und 19,5° (bei Konz). Die höhere Wassertemperatur während der Messung des Profils Saarburg-Konz ergibt sich aus der für diese Jahreszeit zu geringen Lufttemperatur von maximal 18,5°.

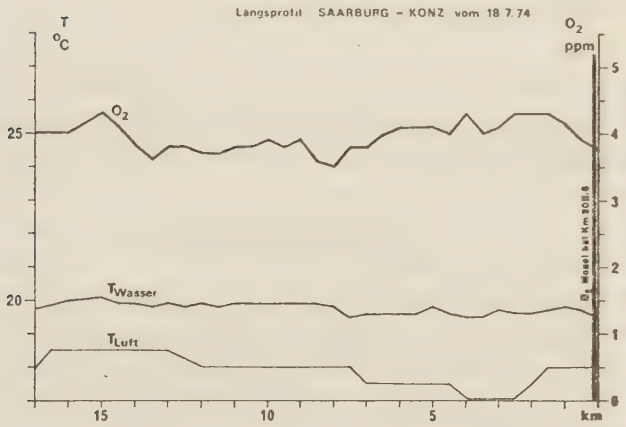


Abb. 19

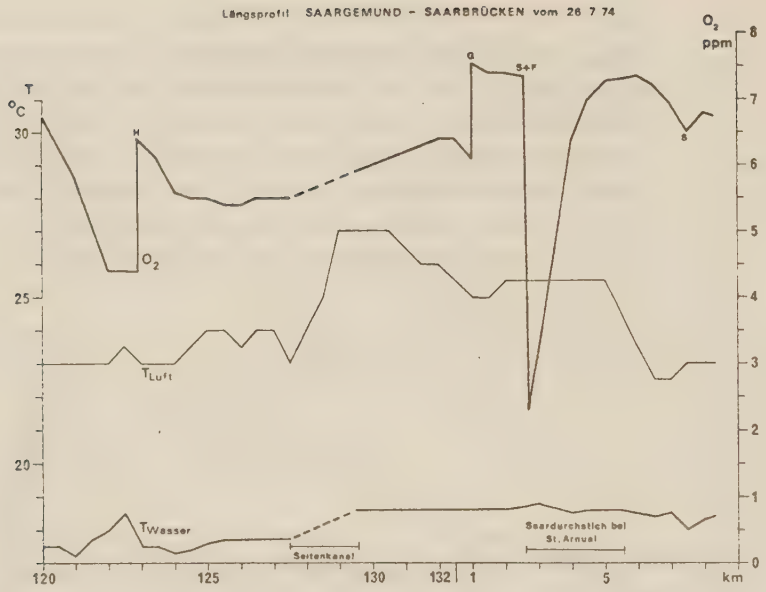


Abb. 20

Profil Saargemünd-Saarbrücken (Abb. 2o)

Das Profil kann nicht als charakteristisch für den Wärmehaushalt dieses Flußabschnittes gewertet werden. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurden vom Kraftwerk Großblittersdorf keine Kühlwässer in die Saar geleitet. Die unregelmäßige Kühlwassereingabe des Werkes Großblittersdorf kann anhand der Dauermessungen des WSA gezeigt werden. Die Monatswerte sind durch eine große Differenz der Minimal- und Maximalwerte gekennzeichnet, die auf die unterschiedlichen Wärmeeingaben des Kraftwerkes zurückzuführen sind. Wie die Monatsprofile zeigen, wechseln Temperaturzunahme und -abnahme zwischen Güdingen und Saarbrücken. Tritt eine Temperaturabnahme ein, so kann dies als Hinweis für die Wärmebelastung des Kraftwerkes Großblittersdorf gewertet werden (vgl. Längsprofile der Monate: Jan.71; Febr.72; März 73; Apr.72,73; Juni 71-73; Juli 72,73;

Aug. 71-73; Sep.71; Okt. 71-73; Nov. 72,73; Dez. 73).

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Messungen und den Unterlagen der zuständigen Behörden ist die Wärmebelastung der Saar durch vier charakteristische Zonen gekennzeichnet:

Zone 1: Saargemünd bis Einleiter Fenne
Die Wärmebelastung dieser Strecke kann durch Abkühlung weitgehend ausgeglichen werden. Die absolute Temperaturerhöhung bei pessimalen Bedingungen beträgt maximal 2^{o}. Durch die unregelmäßige Kühlwassereinleitungen des Kraftwerkes Großblittersdorf ist der Abschnitt bis Güdingen wechselnden Bedingungen ausgesetzt.

Zone 2: Kraftwerk Fenne-Lisdorf
Diese Saarstrecke erfährt die höchste Wärmebelastung. Temperaturspitzen liegen über $4o^{o}$. Die in den Profilen ermittelten Temperaturkurven zeigen drei Belastungsschwerpunkte, bei Fenne, Völklingen-Hütte und bei Ensdorf. Im Untersuchungszeitraum stieg die Wassertemperatur von Saarbrücken bis vor dem Einflußbereich des Einleiters Ensdorf um insgesamt 7^{o}. Diese Erhöhung resultiert aus der zu dichten Aufeinanderfolge von Wärmeeinleitern. Die Abkühlungsstrecke wird dabei mit jeder Erwärmung länger. Selbst der fast lo km lange Abstand zwischen Völklingen und Ensdorf bewirkt lediglich eine Temperatursenkung um $3,5^{o}$.
SCHNEIDER (1972) ergänzt sein Temperaturprofil der mittleren Saar durch den extrapolierten Temperaturverlauf der Abkühlung nach jedem Wärmeeinleiter. Die Extrapolationen zeigen, daß die Abkühlungsstrecken bis zum Erreichen der Ausgangstemperatur nach jeder Wärmeeingabe länger würden.

Zone 3: Lisdorf bis Wehr Mettlach
Innerhalb dieses Abschnittes erfährt die Saar keine wesentliche Wärmebelastung. Die Strecke ist gekennzeichnet durch eine langsame Abkühlung der Saar.

Der Einfluß der Wärmebelastung des mittleren Saartals ist bei extremen Bedingungen, unter Berücksichtigung der hydrographischen Gegebenheiten des Saarrückstaus von Merzig bis zum Wehr Mettlach, bis zur Staustufe Mettlach nachweisbar.

Zone 4: Mettlach bis Konz
Der Wärmehaushalt dieser Strecke wird lediglich durch Außenfaktoren wie Witterung und Hydrographie bestimmt.

Zur Verdeutlichung der Auswirkungen der Wärmebelastung auf den Temperaturhaushalt der Saar wurden an charakteristischen Stellen Tagesprofile von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck aufgenommen (vgl. ECKEL & REUTER 195o, SCHMITZ 1961). Die Eingangsgrößen der Saarbelastung vor dem Ballungsgebiet wurden an hydrographisch unterschiedlichen Stellen bei Saargemünd und Hanweiler gemessen. Das dritte Profil,bei Lisdorf, kennzeichnet den Hauptbelastungsabschnitt der Saar. Die Verhältnisse des Unterlaufs verdeutlichen die Profile von Mettlach und Hamm. Auch hier wurden zur Beurteilung des Einflusses von Hydrographie und Tagesgang von Lufttemperatur und Insolation zwei hydrographisch unterschiedliche Stellen untersucht. Angaben über Substratbeschaffenheit, Uferprofile, Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefe sind bei den Fundortbeschreibungen aufgeführt (Fundort Nr. lo, 11,34,48,51).

Profil 1: Saargemünd (Abb. 21)

Der Tagesgang der Wassertemperatur entspricht der normalen Tagesamplitude mit einem Maximum am Nachmittag und einem Minimum am frühen Morgen.
Wesentlich für den Verlauf der Lufttemperatur ist die Exposition der Untersuchungsstelle. Stelle 1o ist nach Südwesten exponiert. Durch den Schattenwurf der Ufervegetation ist eine Insolation des Uferabschnittes erst am späten Nachmittag möglich. Daraus resultiert das späte Lufttemperaturmaximum.
Die nächtliche Abkühlung des Wassers verläuft wegen des großen Wasserkörpers langsam und gleichmäßig.

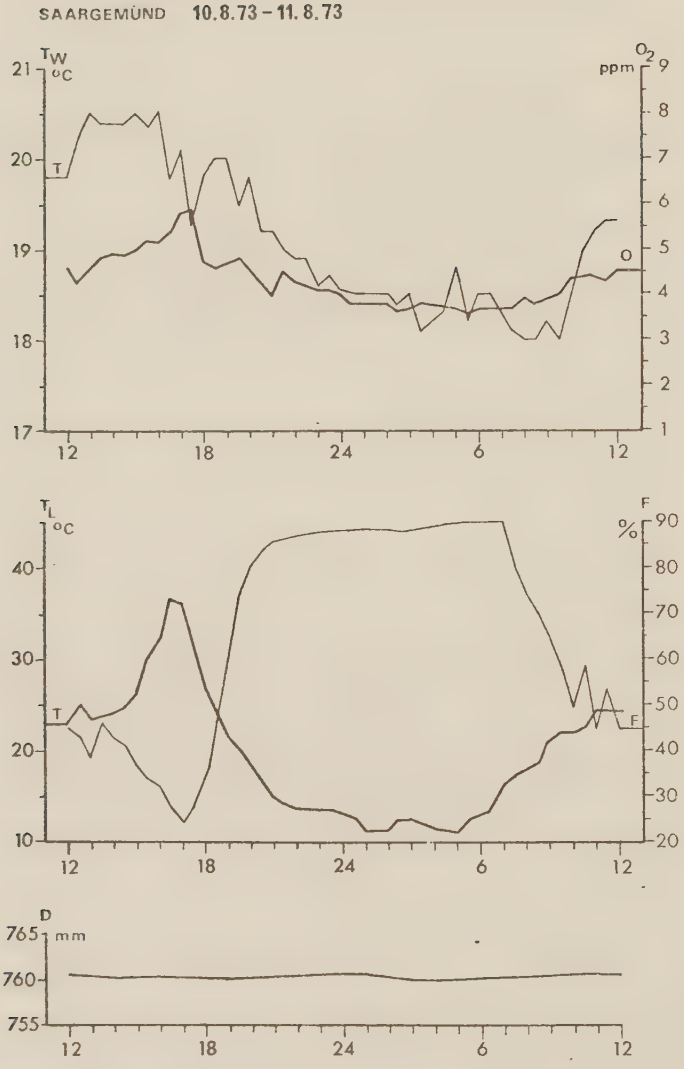


Abb. 21

Profil 2: Hanweiler (Abb. 22)

Der Gegensatz zur Stelle lo wird im Temperaturgang des Wassers deutlich. Der normale Tagesgang ist im wesentlichen zu erkennen. Wegen der geringen Wassertiefe der schnellen Strömung und des unregelmäßigen Substrats verläuft die Abkühlung wesentlich schneller als im Staubereich von Saargemünd. Die Temperaturmaxima des Wassers liegen früher als bei lo. Die unterschiedliche Exposition (fast Nord-Süd) und unzusammenhängende Ufervegetation ermöglichen eine dauerhafte Insolation, so daß der Lufttemperaturverlauf dem normalen Tagesgang eines Strahlungstages im Sommer entspricht. Die Piks am Nachmittag sind auf kleine Wolken zurückzuführen, die die Insolation zeitweise unterbrachen. Neben diesen Witterungsfaktoren ist diese Stelle durch die hydrographischen Verhältnisse des oberhalb liegenden Flußabschnittes geprägt. Die nächtliche Erwärmung des Wassers ist eine Folge der Stauhaltung der Saar bei Saargemünd. Die langsame Strömung und der große Wasserkörper ermöglichen bei Insolation eine hohe Wärmeaufnahme. Dieses warme Wasser passiert die Untersuchungsstelle bei Hanweiler gegen 24 Uhr. Drei Stunden später wird die nächtliche Abkühlung wirksam.
Die Ergebnisse beider Tagesprofile zeigen, daß der Tagesgang der Wassertemperatur lediglich durch den Tag und Nachtwechsel und die unterschiedlichen hydrographischen Bedingungen von Staustrecke und schnell fließendem Wasser mit geringer Wassertiefe bestimmt wird. Diese Situation kann als charakteristisch für die Belastungszone 1 angesehen werden (ausgenommen die zeitweise Beeinflussung des Wärmehaushaltes durch Kühlwasser des Kraftwerkes Großblittersdorf).

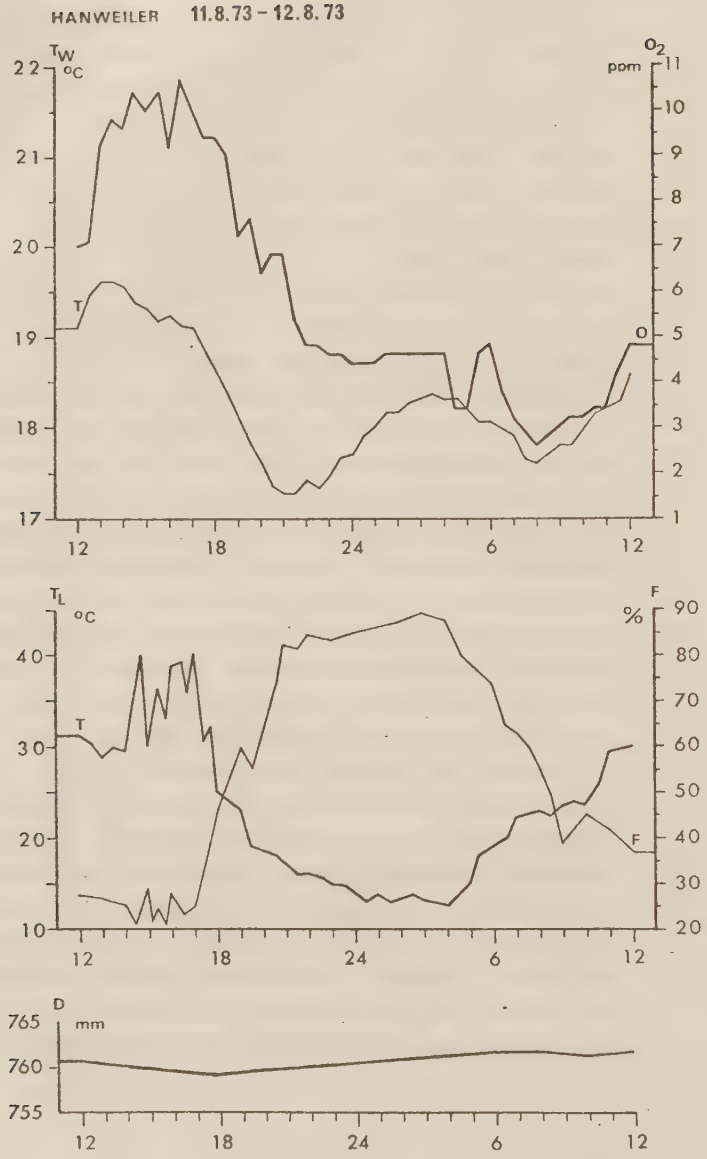


Abb. 22

Profil 3: Lisdorf (Abb. 23)

Kennzeichnend für die Strecke Fenne - Lisdorf ist die vollständige Überformung des Wärmehaushaltes der Saar durch Wärmeeinleiter. Dies wird im Tagesprofil von Lisdorf besonders deutlich. Nach den Meßergebnissen vom 14. auf 15.8.74 ergibt sich für diese Flußstelle eine "Inversion" des Tagesganges der Wassertemperatur. So liegt die Minimaltemperatur am frühen Abend (18 Uhr) und das Maximum gegen 24 Uhr. Die Kurve zeigt, daß der Temperaturhaushalt wesentlich von der Kühlwassermenge und -temperatur bestimmt wird. Neben dieser Umkehr des normalen Tagesganges ist die Höhe der gemessenen Wassertemperaturen bezeichnend für diesen Saarabschnitt. Während des gesamten Profils lagen sie über 29,5°. Die Lufttemperatur am Nachmittag war mit 26° bedeutend niedriger. Lediglich starke Insolation am frühen Morgen ließ die Lufttemperatur über die im Wasser ansteigen. Dabei kam es auch zu einer Temperaturerhöhung im Wasser. Die Zunahme von 29,5° auf 31,2° schloß allerdings eine alleinige Abhängigkeit aus. Zumal bei einer Luftfeuchte von 22 % ein Temperaturrückgang durch Verdunstungsverluste hätte eintreten müssen. Zusammen mit den Ergebnissen der Längsprofile charakterisiert dieses 24^h Profil den Wärmehaushalt der Hauptbelastungszone. Er wird fast ausschließlich von den Wärmeeingaben der auf dieser Strecke liegenden Einleitern geprägt. Der Einfluß des Tag- und Nachtwechsels und der hydrographischen Bedingungen sind minimal.

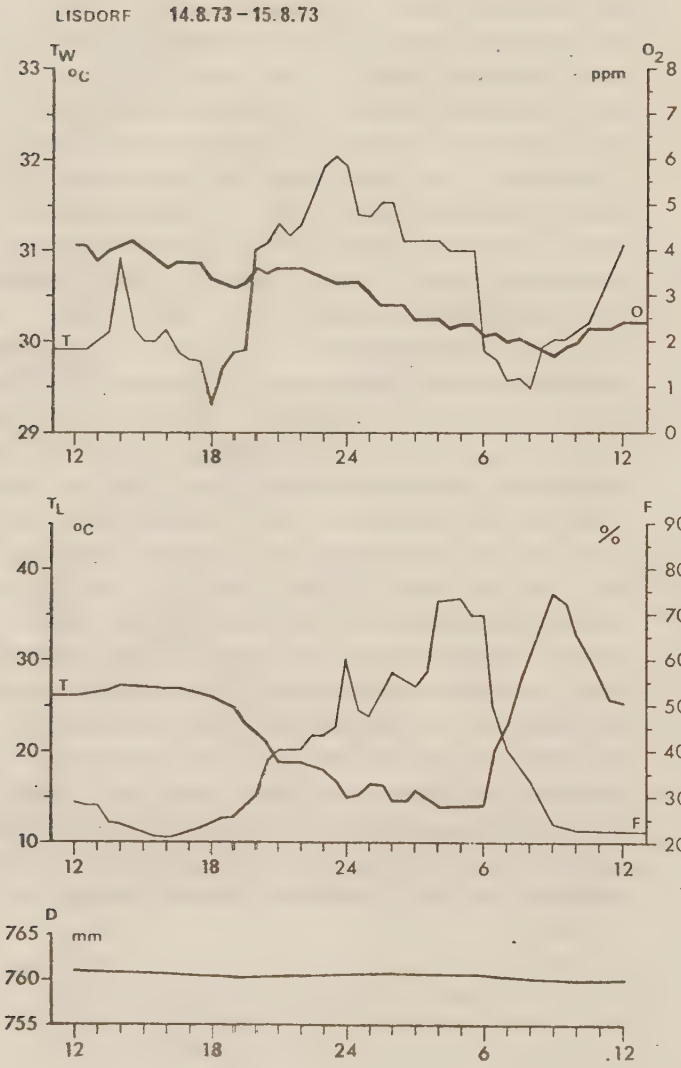

LISDORF 14.8.73 – 15.8.73
T_W °C
O_2 ppm
33
32
31
30
29
8
7
6
5
4
3
2
1
0
T
O
12
18
24
6
12
T_L °C
F %
40
30
20
10
90
80
70
60
50
40
30
20
T
F
D mm
765
760
755
.12

Abb. 23

Profil 4: Mettlach (Abb. 24)

Die Auswirkungen der Wärmebelastung auf den Tag- und Nachtrhythmus der Wassertemperatur in der unteren Saar wurden bei Mettlach und Hamm untersucht. Der Vergleich der Wassertemperatur mit der Lufttemperatur zeigt bei Mettlach die auch im Längsprofil ermittelte leichte Beeinflussung des Wärmehaushaltes durch die Wärmebelastung der mittleren Saar. Die Maxima der Wassertemperatur liegen zwischen 2o und 24 Uhr. Diese zeitliche Verschiebung ist die Folge der 15 km langen Stauhaltung der Saar. Langsame Strömung und ein großer Wasserkörper führen bei Insolation zu einer intensiveren Erwärmung des Wassers (vgl. Saargemünd, Hanweiler) und verzögert bei extremen Situationen im Sommer eine weitere Abkühlung der Saar. Unter diesen Bedingungen ist der Einfluß der Wärmebelastung bis Mettlach spürbar.

Profil 5: Hamm (Abb. 25)

Im Gegensatz dazu ist der Temperaturgang bei Hamm deutlich vom normalen Tagesgang der Temperatur geprägt. Auch hier liegen, wie in Hanweiler, die Tagesmaxima bedingt durch die Verhältnisse der oberhalb liegenden Staustrecke am späten Nachmittag. Die sehr starke Strömung bedingt den gleichmäßigen Verlauf der Wassertemperatur.
Die Ergebnisse der beiden Profile verdeutlichen den Wärmehaushalt der Zonen 3 und 4. Erst in 4 ist der Tagesgang, ähnlich den Stellen Saargemünd und Hanweiler, nur noch durch Klima- und hydrographische Faktoren bestimmt, während in Zone 3, besonders im Stau Mettlach, noch Einwirkungen der Wärmebelastung sichtbar werden.

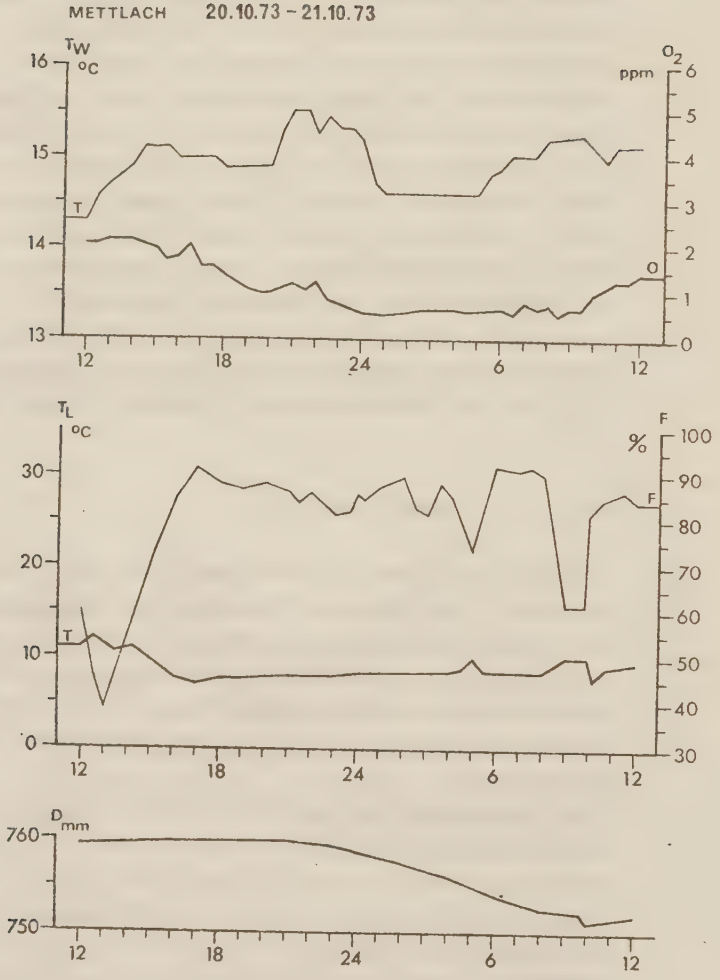


Abb. 24

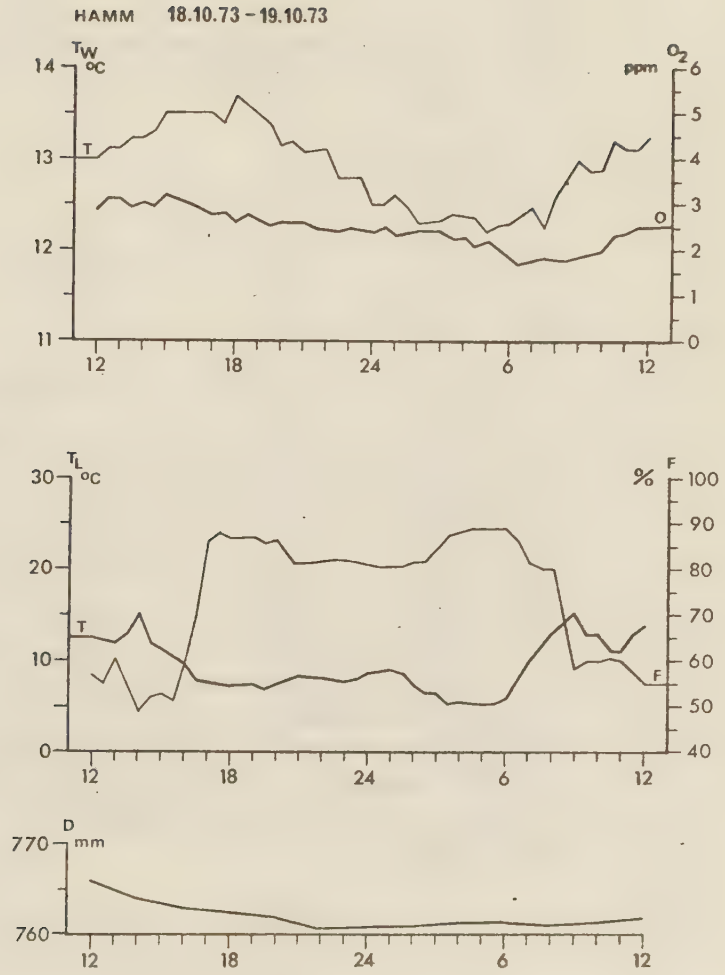


Abb. 25

3.3.2 Die Abwasserbelastung der Saar

Die Abwasserbelastung der Saar wird im wesentlichen durch die Zufuhr kommunaler und industrieller Abwässer verursacht. Dabei stellen die Haushaltsabwässer mengenmäßig den größten Anteil. Kommunale Abwässer werden im Saarland wie folgt den Vorflutern zugeführt:

57 % ungeklärt
13,4 % mechanisch gereinigt
29,5 % biologisch gereinigt

Im Vergleich dazu die Zahlen für die BRD:

26 % ungereinigt
4o % mechanisch gereinigt
34 % biologisch gereinigt (nach Abwasserlastplan)

Die allgemeinen Prozentzahlen stellen den gegenwärtigen Stand der Abwasserbehandlung im Saarland nur ungenügend dar, wenn man davon absieht, daß allein die Angabe von 57 % ungeklärter Abwässer im Saarland, im Vergleich zur BRD 26 %, die derzeitige Situation deutlich werden läßt.
Angaben des AVS vermitteln ein detaillierteres Bild über den Stand der Abwasserbehandlung. Die folgende Zusammenstellung (Stand 31.12.72, ergänzt) enthält neben Angaben über Dimensionierung und Alter der Kläranlagen auch Hinweise über die Betriebsarten der biologischen Stufen.
Liste des AVS.

Saarländische kommunale Kläranlagen

(AVS, Stand 31.12.1972, ergänzt)

	Kläranlage	Inbetrieb-nahme	Verfahren	Ausbaugröße
1	Brebach	1961	Bel.Anl.	8o.ooo
2	Dillingen	1958	mech.	3o.ooo
3	Dorf i. Warndt	1963	mech.	1.4oo
4	Elversberg Gr.	1957	TK	2.5oo
5	Elversberg Ru.	1964	TK	4.ooo
6	Eschringen	1966	TK	15.ooo
7	Gersweiler	1961	TK	14.ooo
8	Hassel	1966	Bel.Anl.	6.3oo
9	Homburg	1959	Bel.Anl.	5o.ooo
1o	Ihn	1973	Erdfaulb.	6oo
11	Illtal	197o	Bel.Anl.	48.5oo
12	Karlsbrunn	1963	Oxyd. Gr.	1.4oo
13	Kleinottweiler	1968	Bel.Anl.	12.ooo
14	Lautenbach	1972	Bel.Anl.	5.ooo
15	Lebach	196o	TK	6.ooo
16	Limbach	1973	Bel.Anl.	22.ooo
17	Losheim West	1957	mech.	3.ooo
18	Merchweiler	1959	mech.	5.ooo
19	Merzig	1959	mech.	3o.ooo
2o	Niederlosheim	1967	Bel.Anl.	13.ooo
21	Neunkirchen-Wellesweiler	1962	Bel.Anl.	6o.ooo
22	Nohn	1973	TK	1.ooo
23	Ottweiler	1961	TK	12.5oo
24	Püttlingen	1965	Bel.Anl.	35.ooo
25	Quierschied	1967	Bel.Anl.	22.5oo
26	Rilchingen-Hanw.	1965	mech.	1.4oo
27	Saarbrücken	1937	Bel.Anl.	1oo.ooo
28	Saarlouis	1964	mech.	11o.ooo
29	Saarwellingen	i.Bau	Bel.Anl.	24.ooo
3o	Schwarzerden	1967	Bel.Anl.	3.ooo

	Kläranlage	Inbetrieb-nahme	Verfahren	Ausbaugröße
31	St.Ingbert	1959	TK	9o.ooo
32	St.Wendel	196o	TK	4o.ooo
33	Sulzbach-Neuweiler	1954	TK	4.ooo
34	Überherrn	1972	Bel.Anl.	1o.ooo
35	Weiskirchen im Wittum	1972	Bel.Anl.	7oo
36	Weiten	1972	Bel.Anl.	2.ooo
37	Wiebelskirchen	1963	TK	16.ooo

Es bedeuten: TK Tropfkörperverfahren
Bel.Anl. Belebtschlammverfahren

(vergl. hierzu KLEE 1973)

Einen Überblick über die Einzugsgebiete der vorhandenen Kläranlagen und über Ausbaugröße und Reinigungsverfahren der geplanten Anlagen gibt die Karte "Abwasserreinigung" (Stand Januar 1973) des AVS Abb. 26.
Die Gebiete, in denen kommunale Abwässer zum überwiegenden Teil ungeklärt den Vorflutern zugeführt werden, liegen im Einzugsbereich der Blies, des Fechingerbachs, Sulzbachs, Köllerbachs, der Prims, des Sefferbachs, Mühlenbachs, der Rossel und der Nied.

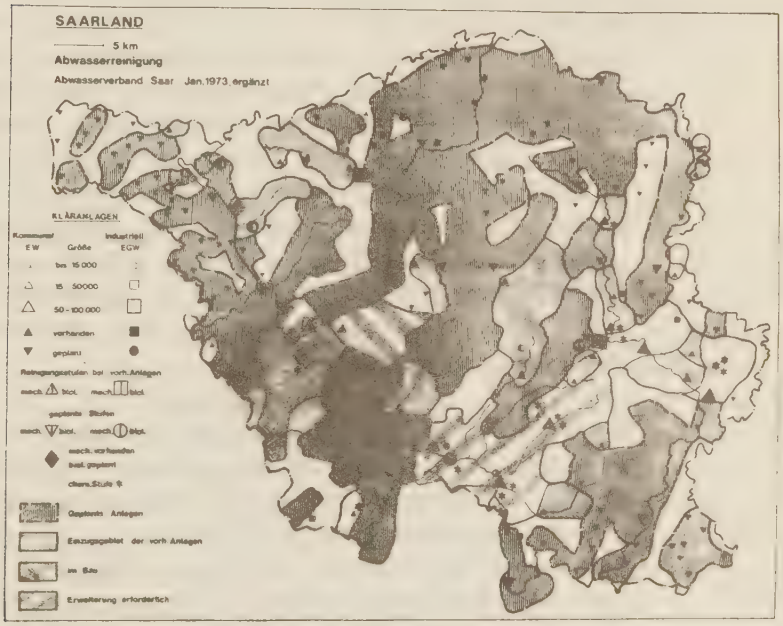


Abb. 26

Die oben genannten Prozentzahlen entsprechen nicht dem tatsächlichen Reinigungseffekt, da biologische Kläranlagen bei optimalem Betrieb einen Reinigungsgrad zwischen 8o und 95 % (KLEE 1973), bezogen auf den BSB des eingeleiteten Abwassers haben. Die Restverschmutzung besteht aus biologisch schwer abbaubaren Substanzen, die selbst die optimalen Abbaubedingungen in einer Kläranlage überstanden haben. Bei einer Restbelastung des ausgeleiteten Wassers von 1o % BSB des ursprünglichen Abwassers, werden 5o - 6o % der Phosphate, 7o % der Stickstoffverbindungen und 8o % der Kaliverbindungen der vor der Reinigung im Abwasser befindlichen Mengen an den Vorfluter weitergegeben. Eine Verhinderung der Zufuhr dieser eutrophierenden Substanzen in den Vorfluter ist nur durch chemische Ausfällung möglich (BEER 1958a, BENISCH 1957, BOILE u. HOFFMANN 1961, BRINGMANN u. KÜHN 1965,1967, EINSELE 1941, FUHS 1961, HARTMANN 1969, IMHOFF 1954, LÜBBERT 19o8, MEINCK 195o, MEINCK, STOFF u. KOHLSCHÜTTER 1968, OHLMÜLLER, SPITTA u. OLSZEWSKI 1931, SIERP 1953, WEIMANN 1952, WETZEL 1969, WUHRMANN 1951, 1957).

Neben der direkten Einleitung der Abwässer aus der Kanalisation oder Kläranlagen gelangen Schmutzstoffe aus den Regenüberläufen in die Oberflächengewässer. Bei einer Auslegung des Kanalnetzes auf die fünffache Verdünnung der Abwässer durch Regen werden durchschnittlich 3o % der Niederschläge nicht mehr aufgenommen und fließen über die Regenüberläufe in den Vorfluter. Dieses Überlaufwasser enthält die in Trockenzeiten im Kanalnetz abgelagerten Schlammengen. Sie betragen nach holländischen Untersuchungen, 1o % der Gesamtschmutzmenge (nach WWA 1972). Bei gleicher Konzentration des Kanalwassers und des Überlaufwassers mit Schmutzstoffen würden durch Regenüberläufe 3 % der Gesamtbelastung auf diesem Wege in den Vorfluter eingebracht. Mit

zunehmender Dauer des Regens vermindert sich aber die Abwasserkonzentration im Überlauf, so daß Werte zwischen o,4 und 1,6 % erreicht werden (Abwasserlastplan 1972). Im Stadtgebiet von Saarbrücken münden 37 Regenüberläufe in die Saar. Dazu kommen die Einleiter industrieller und kommunaler Kläranlagen und die Mündung stark belasteter Nebenflüsse, insgesamt 45 (siehe Anhang). Dabei gelangen allein über den Sulzbach und den Einleiter der nur mit 4o % biologisch und 6o % mechanisch reinigenden Kläranlage Saarbrücken (Ausbaustufe für loo.ooo Einwohner) organische Substanzen mit 32o ooo EGW in die Saar. Im Stadtgebiet von Völklingen münden 16 kommunale, 6 gemischte und 25 industrielle Abwassereinleiter. Nach Angaben des Tiefbauamtes Völklingen (1974) sind diese Abwässer zum größten Teil unbehandelt. Industrielle Abwässer enthalten hauptsächlich Schlämme, schwer abbaubare organische Verbindungen und toxische Stoffe. Die Schlämme stammen zum überwiegenden Teil aus Glas- und Steinverarbeitenden Industrien sowie im speziellen Fall der Saar aus Keramikindustrie und Bergbaubetrieben. Gewerbliche Betriebe (Molkereien, Brauereien usw) leiten schwer abbaubare Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft in die Vorfluter. Im Saarland ist die Bedeutung dieser Einleiter für ein Fließgewässer im Falle der Prims sehr gut verdeutlicht (vgl. WWA Abwasserlastplan der Prims 1972, MÜLLER 1972). Aus eisenverarbeitenden Industrien, Kokereien und Galvanisieranstalten gelangen toxische Stoffe in den Vorfluter. Dabei sind die biologisch abbaubaren Konzentrationsgifte (Phenole, Cyanide, Ammoniumverbindungen, Detergentien, Desinfektionsmittel) von biologisch nicht abbaubaren Giften wie Schwermetallionen und Mineralsäuren zu unterscheiden. Über die Reinigungsmaßnahmen industrieller Abwässer im Saarland liegen keine exakten Zahlen vor (WWA 1972).
In der BRD stellen Kühlwässer 74 % der Industrie-

brauchwässer. Die restlichen 26 % Abwässer werden zu 75 % zumindest teilweise gereinigt und zu 25 % ungereinigt abgeleitet.
Die schwerwiegendste Belastung der Saar überhaupt wird durch die Rossel verursacht. Die Auswirkungen auf den Stoffhaushalt und die Biocoenosen sind entscheidend für den gesamten unterhalb ihrer Mündung liegenden Saarlauf. Die Rossel ist deshalb seit langem Gegenstand grenzübergreifender Untersuchungen und Klärmaßnahmen. Chemische und physikalische Messungen werden hauptsächlich von der Internationalen Kommission zum Schutz der Saar durchgeführt.
Die Anliegergemeinden belasten den Fluß mit den unbehandelten Abwässern von 15o ooo Einwohnern. Der überwiegende Teil der Belastung ist allerdings auf industrielle Einleiter zurückzuführen. Es handelt sich dabei im Abwasser von Bergbaubetrieben, Kohleveredelungsindustrie und chemische Industrie. Die Zusammensetzung der Abwässer besteht hauptsächlich aus Spül- und Kohlewaschwasser, Gaswasch- und Kokslöschwasser und chemischen Abwässern unterschiedlicher Zusammensetzung, besonders aus organischen Stoffen der petrochemischen Industrie. Die Schlammfracht konnte durch den Bau von Rückhaltebecken zwischen 196o und 1971 folgendermaßen gesenkt werden:

1961	1o5o t/Tag
1965	112o t/Tag
197o	39o t/Tag
1971	18o t/Tag

Nach Fertigstellung der geplanten Anlagen zur Klärung der Abwässer wird eine Reduzierung auf 5o bis 1oo t/Tag erwartet (nach Unterlagen der Stadt Völklingen). Während die Schlammfracht stark reduziert wurde, stieg im gleichen Zeitraum die Menge der chemisch-organischen Abwässer durch die große Expansion der Kohleveredlungs- und Petrochemie im Einzugsgebiet der Merl und Rossel.

Verbesserte Klärmaßnahmen der chemischen Abwässer von Carlingen senkten den CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) von 28oo mg/l im Jahre 1972 auf 65o mg/l im September 1973 (der in Frankreich zulässige Höchstwert beträgt 15o mg/l). Bei der Mündung der Merl in die Rossel betrug nach Angaben des WWA Nancy der CSB noch 28o mg/l und an der deutsch-französischen Grenze 176 mg/l.
Zum Vergleich Untersuchungen des AVS von 1971 bis 1974. Angegeben sind die Mitteltemperatur, die Mittelwerte von Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, des $KMnO_4$-Verbrauchs und des BSB. Außerdem wurden für jedes Jahr die Maximal- und Minimalwerte der Meßergebnisse aufgetragen. Der Mittelwert von 1974 wurde aus Messungen von Jan. - März ermittelt.

Messergebnisse der Rosseluntersuchungen zwischen 1971 und 1974, durchgeführt vom AVS Saarbrücken

1971	T_{Wasser}	O_2 Sätt.	$KMnO_4$ Verbr.	BSB_5
min			14o mg/l	44 mg/l
mit	16,4°	o,15 %	287,3	125,o7
max			436	18o
1972				
min			166	16
mit	14,9	2,24 %	416,o7	15o,o8
max			676	3o9
1973				
min			237	5o
mit	13,6	o,57	414,14	112,92
max			589	169

	T_{Wasser}	O_2 Sätt.	$KMnO_4$ Verbr.	BSB_5
1974 (Januar bis März)				
min			111	72
mit	11,o5	o,oo	3o1,5o	134,33
max			436	167

Der pH-Wert bewegte sich zwischen 9,1 und 7,5
(Mittelwert: 8,4)

Die gegenwärtige Abwasserlast setzt sich aus allen kommunalen und industriellen Einleitern zusammen. Die Angabe erfolgt in Einwohnergleichwerten (EGW). Diese Zahl ist ein Maß für den Gehalt an abbaubarer organischer Substanz im Vorfluter. Ein EGW entspricht dem BSB für den Abbau der von einem Einwohner pro Tag produzierten Menge an abbaubaren Substanzen. Das bedeutet für den BSB_5 54 g Sauerstoff (BUCKSTEEG 197o). Diese Angabe des BSB erfaßt nur das Maß der Verunreinigung von gewerblichen Abwässern, die organische Stoffe enthalten. Industrieabwässer, die nur zu einem geringen Teil diese Substanzen enthalten, können durch diesen Wert nicht exakt festgelegt werden (MEINCK, STOOF und KOHLSCHÜTTER 1969).
Die im Abwasserlastplan des WWA ermittelte Abwasserlast zeigt folgenden Verlauf (Abb. 27)

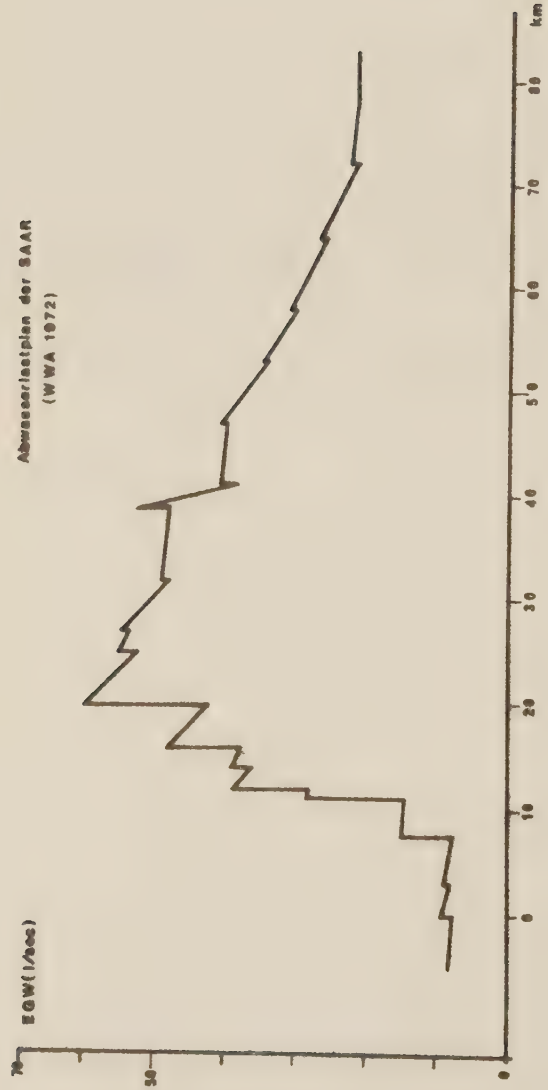


Abb. 27

Die Abwasserlast beträgt von Saargemünd bis vor Saarbrücken etwa lo EGW l/sec. Zwischen Saarbrücken und Völklingen steigt sie sprunghaft bis auf 68 EGW l/sec an der Rosselmündung. Eine weitere Spitze liegt bei der Primsmündung. Dieser geringe Anstieg um etwa 4 EGW wird relativ schnell wieder abgebaut. Bis vor Saarburg hat sich die Abwasserlast bis auf 27 EGW gesenkt, ist also doppelt so hoch wie vor dem Ballungsgebiet der mittleren Saar.

Diese Abwasserlasten beeinflussen den Sauerstoffhaushalt der Saar (vgl. SCHMASSMANN 1951, 1955).
In der vorliegenden Arbeit wird diese Veränderung des Sauerstoffhaushaltes durch den Jahresgang des Sauerstoffgehalts, Sauerstoffsättigung und der Wassertemperatur beim Wehr Völklingen erfaßt. Die Tagesprofile von Saargemünd, Hanweiler, Lisdorf, Mettlach und Hamm zeigen die Auswirkungen der Abwasserbelastung auf den Sauerstofftagesgang in den verschiedenen Flußabschnitten. Um die Einflüsse der Hydrographie auf den Tagesgang zu erfassen, wurden wie oben beschrieben (Tagesprofile der Wassertemperatur), die Messungen an Staustrecken (lo,48) und an Zonen schnell fließenden Wassers mit geringer Wassertiefe (11,51) gelegt.

1. Saargemünd, Hanweiler (Abb. 21,22)
Der Tagesgang ist durch den Tag- und Nachtrhythmus mit seinem Wechsel von überwiegender Sauerstoffproduktion durch Photosynthesevorgänge am Tag und überwiegender Dissimilationsprozesse während der Nacht bestimmt. Dabei zeigt sich, daß innerhalb der Staustrecke von Saargemünd alle Sauerstoffwerte unter dem Sättigungswert der jeweiligen Wassertemperatur liegen, während in Hanweiler am Nachmittag Übersättigung eintritt. Diese Unterschiede sind nur auf die unterschiedlichen hydrographischen Gegebenheiten zurückzuführen. Innerhalb der langsam fließenden Zone bei Saargemünd

ist die Sedimentation und die Abbautätigkeit bedeutend höher als im nachfolgenden Abschnitt. Die schnelle Strömung, starke Verwirbelung am unregelmäßigen Substrat und die verringerte Schlammführung (der größte Teil des Schlammes wird am Überlaufwehr der Mühle bei Saargemünd zurückgehalten) lassen bei Hanweiler die Tagesamplitude bis über die Sättigungswerte ansteigen. Die Sauerstoffminima liegen in Saargemünd bei 28 % der Sättigung (8 Uhr) und in Hanweiler gegen 6 Uhr um 4o %. Berücksichtigt man den Einfluß der Stauhaltung, im Bereich von Saargemünd, auf den Sauerstoffhaushalt, so zeigen die Ergebnisse der beiden Profile die hier nur schwache organische Belastung der Saar.

2. Lisdorf (Abb. 23)

Die Stelle bei Lisdorf kennzeichnet nicht, wie im Wärmehaushalt, die pessimalste Stelle der Sauerstoffbelastung. Die Verwirbelung des Saarwassers am 3oo m oberhalb der Untersuchungsstelle liegenden Wehr Ensdorf führt zu höheren Sauerstoffwerten, als im Staubereich vor Ensdorf, wie Vergleichsmessungen zur Aufnahmezeit des Tagesprofils ergaben.

Der Tagesgang des Sauerstoffs zeigt einen gleichmäßigen Verlauf. Die Amplitude von 2,4 mg/l ist sehr gering. Die höchste Sauerstoffsättigung erreicht am frühen Nachmittag 57 %, das Minimum beträgt gegen 9 Uhr 23 %. Dieser Tagesgang zeigt die starke organische Belastung an dem dauerhaften Sauerstoffdefizit, das nur für kurze Zeit unter 5o % absinkt. Vergleichende Messungen zeigten für den Untersuchungszeitraum im Staubereich des Wehres Ensdorf am Nachmittag Werte von 1,o ppm und morgens o,5 ppm. Das Fehlen höherer Wasserpflanzen und die heftigen Abbauvorgänge, die teilweise anaerob verlaufen, lassen an dieser Flußstelle keine höheren Sauerstoffwerte zu (vgl. auch Längsprofil Völklingen bis Ensdorf).

3. Mettlach (Abb. 24)

Der Tagesgang des Sauerstoffs ist stark durch die verstärkten Abbauvorgänge im hier abgelagerten Kohleschlamm belastet. Sauerstoffproduzierende Vorgänge fehlen fast völlig und werden von sauerstoffzehrenden Abbauprozessen überlagert. Der maximale Sättigungswert des Sauerstoffs liegt gegen 13 Uhr mit 2o % (2,2 ppm) innerhalb des für polysaprobe Gewässer geltenden Werte (LIEBMANN 1962). Das Sauerstoffminimum erreicht gegen 1 Uhr 5 % (o,5 ppm) der Sättigung. Innerhalb dieser geringen Amplitude ist ein gewisser Tag- und Nachtwechsel zu erkennen, der auf eine, wenn auch geringe Sauerstoffproduktion hinweist; sie erfolgt allein durch niedere Pflanzen, da im Bereich des Wehres Mettlach höhere submerse Wasserpflanzen fehlen.

4. Hamm (Abb. 25)

Das Profil von Hamm verdeutlicht den Einfluß der Stauhaltung bei Mettlach und die veränderte hydrographische Situation der unteren Saar. Die reduzierte Schlammenge, deren größter Teil im Mettlacher Stau abgelagert wird, die hohe Strömung und die starken Verwirbelungen des Wassers führen zu einer Erholung des Sauerstoffhaushaltes. Der Tagesgang ist wegen der hier noch hohen Restbelastung an organischem Material (Schwebstoffe) durch ein dauerhaftes Sauerstoffdefizit gekennzeichnet. Das Maximum der Sättigung liegt gegen 16 Uhr bei 32 %, das Minimum gegen 6 Uhr bei 18 %. Diese Werte sind nach LIEBMANN ebenfalls charakteristisch für die Gewässergüte III bis IV.

Hinweise über die direkte Beeinflussung des Sauerstoffhaushalts durch Abwassereinleiter, Kühlwassereinleiter und wasserbauliche Einrichtungen (Schleusen, Wehre) geben die Längsprofile zwischen Saargemünd und Konz.

Profil 1 Saargemünd-Saarbrücken Schleuse (Abb.2o)

Der hohe Sauerstoffgehalt bei Km 12o ist die Auswirkung der oberhalb liegenden Saarstrecke, mit geringer Wasserführung, heftiger Verwirbelung und reichem Wasserpflanzenwuchs (vgl. Fundort 9). Durch die Stauhaltung, die Abwässer der Stadt Saargemünd und die Bliesmündung verringert sich der Sauerstoffwert um 3,5 ppm von 74 % Sättigung auf 5o %. Die Verwirbelung des Wassers am Wehr der Mühle Saargemünd und das Fehlen der am Wehr zurückgehaltenen Schlammengen (vgl. Tagesprofil) lassen den Sauerstoffgehalt bei Hanweiler wieder auf 6,4 ppm (65 % Sättigung) ansteigen. Durch die Stauhaltung der Saar ab Schleuse Wölferding sinkt der Sauerstoffwert wieder ab. Bis zur Schleuse Güdingen stellt sich der bei Hanweiler gemessene O_2-Gehalt wieder ein. Das ist im wesentlichen auf die verminderten organischen Substanzen (Abbau) und die Photosynthesetätigkeit der hier reich vorhandenen Wasserpflanzen zurückführen. Die Verwirbelung des Wassers am Wehr Güdingen läßt den Sauerstoffgehalt auf den höchsten Wert innerhalb dieses Saarabschnittes ansteigen. Dabei wird ein Sättigungsgrad von 76 % erreicht (14 Uhr). Die Mündung des Totarms der Saar bei Brebach mit den Schmutzfrachten des Fechinger- und Scheidterbaches (S+F) vermindert den Sauerstoffgehalt von 7,3 ppm auf 2,3 ppm (23 % Sättigung). Der schnelle Anstieg des Sauerstoffwertes innerhalb eines knappen Kilometers (die im Diagramm angegebene Kilometrierung bezieht sich auf den ehemaligen Saarlauf) verdeutlicht den guten Zustand der Saar in diesem Bereich.

Außerdem wird der eingebrachte Schlamm aufgrund der langsamen Strömung schnell abgelagert und belastet daher nicht mehr den Sauerstoffhaushalt der oberen Wasserschichten.
Die Einmündung des Sulzbachs (S) hat eine weitere Senkung des Sauerstoffgehalts zur Folge, die aber nur etwa 1 ppm beträgt. Die geringe Strömung begünstigt auch hier eine schnelle Ablagerung des eingebrachten Schlamms. Vor der Schleuse Saarbrücken beträgt der Sättigungswert 74 %. Der Gesamtverlauf des Profils zeigt, daß von den Depressionen durch Nebenflußmündungen und Spitzen durch Wehre der Sauerstoffgehalt des Wassers zwischen Saargemünd (Wehr) und Schleuse Saarbrücken langsam zunimmt. Dieses Ergebnis wurde ebenfalls bei den Einzeluntersuchungen der Fundorte ermittelt (vgl. Sauerstoffsättigungskurve der Saar).

Profil 2 Schleuse Saarbrücken-Wehr Ensdorf (Abb.14,15)

In diesem Saarabschnitt werden die Beeinflussungen des Sauerstoffhaushaltes durch Abwässer, Kühlwässer und Wehre besonders deutlich. Der Ausgangswert zu Beginn der Messungen betrug im Unterwasser der Schleuse Saarbrücken 4,8 ppm (55 % Sättigung). Abbauvorgänge lassen den Wert bis zur Schleuse Luisenthal auf 2 ppm absinken. Dabei zeigen die Kühlwassereinleiter eine geringe Verbesserung (Pik) und bedingen einen auf 5oo m nur schwach sinkenden Sauerstoffgehalt. Danach fällt der O_2-Wert stärker ab. Nach der Schleuse Luisenthal erreicht der Sauerstoffgehalt fast wieder den Ausgangswert (Differenz o,1 ppm). Die Kühlwassereinleiter von Fenne und Fürstenhausen verzögern eine Sauerstoffabnahme bis Km 17. Danach setzt eine verstärkte Sauerstoffzehrung ein, die etwa 1 ppm pro Km beträgt. Zum Vergleich dazu war vor der Schleuse Luisenthal ein Sauerstoffrückgang von o,5 ppm pro Km zu verzeichnen. Nach der Erholung des Sauerstoffhaushaltes durch die Schleuse Völklingen und die Kühlwassereinleiter der Hütte Röchling Völklingen (R 1-3) setzt ein rapider Sauerstoffrückgang ein. Der O_2-Wert sinkt auf einer Strecke von 2 km von 3,5 auf o,5 ppm (1,5 ppm pro Km). Die Einleiter von Hostenbach (H) verzögern das loo %ige Sauerstoffdefizit um knapp 1/2 km. Von Km 23 bis zum Wehr Ensdorf bleibt der Sauerstoffgehalt von o,o ppm erhalten.

Vergleicht man die Strecken zwischen den einzelnen Wehren, so wird deutlich, daß sich die Sauerstoffzehrung nach jeder Aufbesserung durch die heftige Durchmischung des Wassers an den Wehren verdoppelt. Zwischen Saarbrücken betrug die Zehrung o,5 ppm/km, zwischen Luisenthal und Völklingen 1 ppm/km und zwischen Völklingen und Ensdorf (bei Bergfahrt) fast 2 ppm/km. Der Kurvenverlauf verdeutlicht

durch sein von Abschnitt zu Abschnitt größeres Gefälle die zunehmende Belastung des Sauerstoffhaushaltes, die 6 km vor dem Wehr Ensdorf mit einem loo %igen Defizit ihren Höhepunkt erreicht.

Profil 3 Wehr Ensdorf - Merzig (Abb. 16)

Nach dem Wehr Ensdorf steigt der Sauerstoffgehalt des Wassers durch die Verwirbelung wieder an (vgl. Tagesprofil). Der weitere Verlauf zeigt eine allmähliche Abnahme durch Abbauvorgänge. Dabei beträgt die Zehrung 1,5 ppm auf 14 km (von Ensdorf bis Km 43,5). Während die Prims keinen wesentlichen Einfluß auf den allgemeinen Verlauf der Sauerstoffkurve hat, ist nach der Niedmündung ein rascher Anstieg von 2,5 ppm auf 3 km zu verzeichnen. Der durch das sauerstoffreiche Wasser der Nied (verkrauteter Unterlauf mit hoher Photosynthesetätigkeit) verursachte O_2-Anstieg (7o %) bleibt bis Merzig erhalten. Die hier schon spürbaren Auswirkungen der Stauhaltung und Abwassereinleitungen beeinflussen im Stadtgebiet Merzig den Sauerstoffhaushalt. Der Sauerstoffwert sinkt um 4 ppm auf 25 % Sättigung.

Profil 4 Merzig - Mettlach (Abb. 17)

Die im letzten Teil des vorigen Profils angedeutete Entwicklung setzt sich in diesem Stauabschnitt der Saar fort. Die Einmündung des mit kommunalen und industriellen Abwassern (V&B) stark belasteten Seffersbach verringert den Sauerstoffgehalt auf o,2 ppm. Die rasche Ablagerung des Schlammes und die Verdünnung mit Saarwasser lassen den O_2-Wert um 1 ppm steigen (11 % Sättigung). Mit zunehmender Staulänge sinkt der Sauerstoffgehalt langsam ab. Nach der Mündung sauerstoffreicher, aber wenig Wasser führender Nebenflüsse (Salzbach, Steinbach) fällt der O_2-Gehalt von Km 68 bis Km 7o von o,7 ppm (8 %) auf o,2 ppm (2 % Sättigung). Die Mündung des Wellesbach hat nur eine unwesentliche Veränderung des O_2-Wertes zur Folge. Die Erhöhung um o,3 ppm ist nach 2oo m bereits wieder aufgezehrt. Bis zum Wehr bleibt ein Sauerstoffgehalt von o,2 ppm (2%) bestehen. (Die leichte Zunahme kurz vor dem Wehr ist auf die Verwirbelung des Wassers durch die Schiffsschraube zurückzuführen). Dieses Profil zeigt, daß sich der Sauerstoffhaushalt dieses Saarabschnittes nur unwesentlich von der Strecke Völklingen-Ensdorf unterscheidet. Die Verbesserung der Situation durch die schnell fließenden Strecken mit starker Verwirbelung (geringe Wassertiefe) zwischen Ensdorf und Merzig ist durch die Stauhaltung wieder rückgängig gemacht worden. Die Abbauvorgänge im hier abgelagerten Kohleschlamm belasten den Sauerstoffhaushalt bis zu einem Defizit von nahezu loo %.

Profil 5 Mettlach - Saarburg, Profil 6 Saarburg - Konz (Abb. 19, 2o)

Nach einer kurzen Abnahme des Sauerstoffgehaltes infolge der kommunalen und industriellen Einleiter von Mettlach (V&B) steigt der O_2-Wert langsam an. Die Sättigung steigt von 19 % auf 53 % vor Saarburg. Die allgemeine Tendenz der Erholung des Sauerstoffhaushalts im unteren Saarabschnitt zeigt auch das letzte Profil zwischen Saarburg und Konz. Hier liegen, in einem fast geradlinigen Verlauf die Sättigungswerte zwischen 38 % und 5o %.
Trotz der noch verbleibenden hohen Restbelastung (vgl. Tagesprofil Hamm) führt die Zurückhaltung der Schlämme im Staubecken von Mettlach zu einer Verbesserung des Sauerstoffhaushalts der unteren Saar. Allerdings können vergleichbare Werte zum Abschnitt Saargemünd - Saarbrücken nicht mehr erreicht werden (vgl. dazu Gutachten der BfG).

Die wechselnden Einflüsse auf den Sauerstoffhaushalt innerhalb eines Jahres können durch den Jahresgang des Sauerstoffgehalts und der -sättigung gezeigt werden. So sind die jahreszeitlich wechselnden Wassertemperaturen, die unterschiedlichen Auswirkungen der Wärmebelastung, die veränderten Stoffwechselvorgänge aller im Wasser lebender Organismen ein wichtiger Hinweis für die Beurteilung eines Gewässers (vgl. KÜHNELT 197o). Leider befindet sich an der Saar nur eine fest eingebaute Meßstation des WSA im Wehr Völklingen. Neben der Wassertemperatur und dem Sauerstoffgehalt werden Leitfähigkeit und Chloridgehalt des Wassers aufgezeichnet. Die Lage dieser Stelle ermöglicht keine Untersuchung des Sauerstoffjahresganges unter pessimalen Bedingungen. Wie die Längsprofile zeigen, lag der O_2-Wert im Oberwasser der Schleuse Völklingen bei o,5 ppm und zwischen Hostenbach und Ensdorf bei o,o ppm. Die unterschiedlichen Abwasser- und Wärmeeingaben zwischen diesen beiden Saarstrecken lassen keine gültigen Rückschlüsse aus dem Sauerstoffhaushalt an der Schleuse Völklingen auf den unterhalb liegenden Abschnitt zu. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Saarbelastung auf die gegenwärtige Verbreitung von Mollusken in der Saar ist der Sauerstoffhaushalt des Abschnittes Völklingen jedoch von entscheidender Bedeutung.

Das folgende Diagramm zeigt die Monatsminima, maxima und Mittelwerte von T_w, O_2 und O_2-Sättigung. Die Sättigungsmittelwerte sind die Mittel der täglichen Sättigungswerte (Abb. 28).

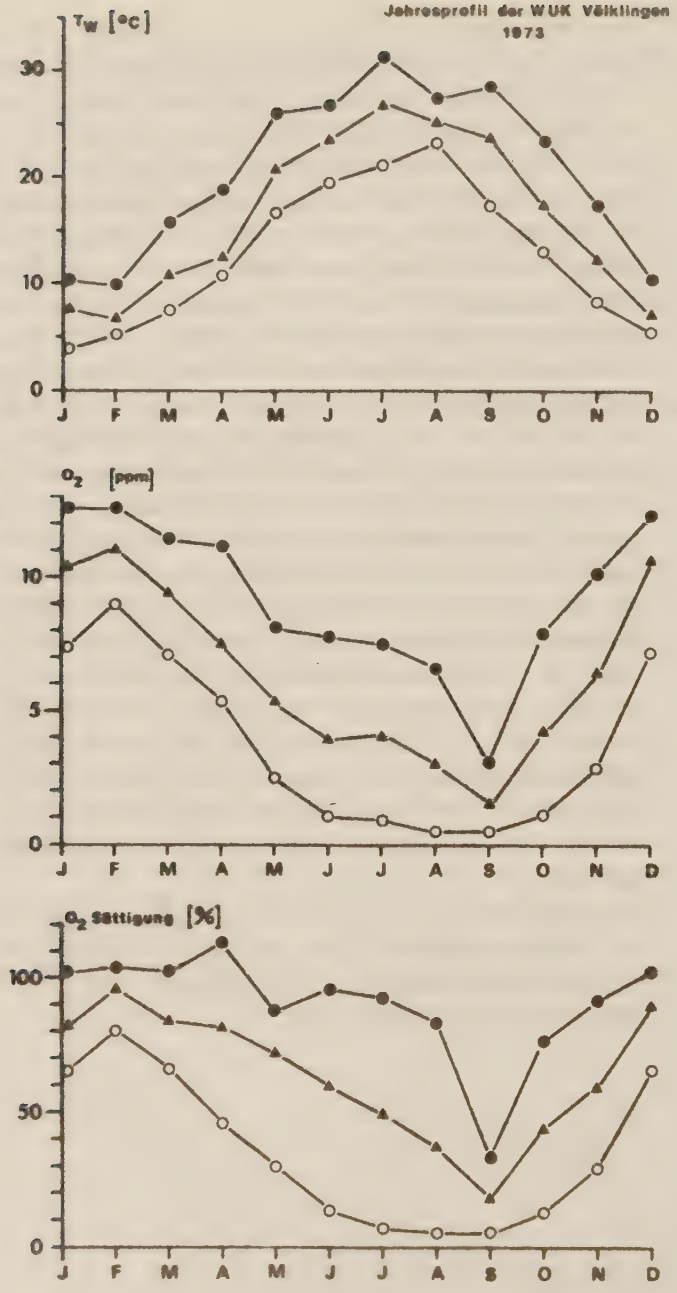

Jahresprofil der WUK Völklingen
1973
T_W [°C]
30
20
10
0
J F M A M J J A S O N D
O_2 [ppm]
10
5
0
J F M A M J J A S O N D
O_2 Sättigung [%]
100
50
0
J F M A M J J A S O N D

Abb. 28

Die Darstellung der übrigen, an den Fundorten gemessenen, abiotischen Faktoren vermittelt nicht den tatsächlichen Verlauf der einzelnen Werte, sondern zeigt nur die Veränderungen von Fundort zu Fundort an. Durch den gleichen Abstand der Untersuchungsergebnisse in der Graphik erscheint die Kurve bezogen auf den tatsächlichen Verlauf verzerrt. Die in der Saar gemessenen Werte sind in einer Kurve verbunden, während die Untersuchungsergebnisse der Nebenflußmündungen als Säulen abgebildet sind.

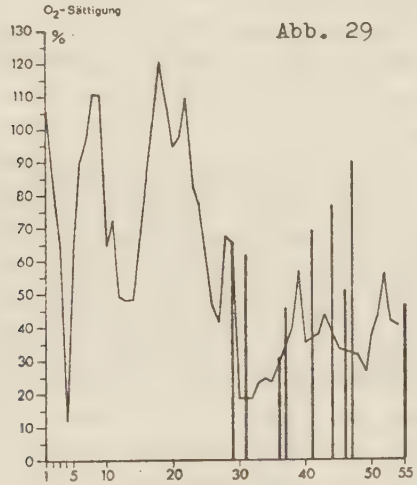
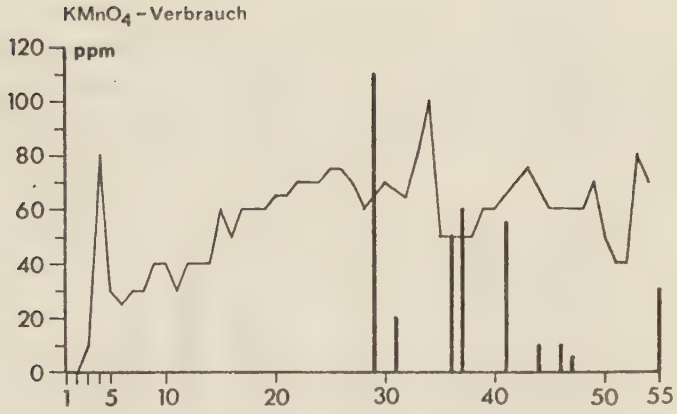


Abb. 29

1. Sauerstoffsättigung (Abb. 29)

In Übereinstimmung mit den gemessenen Längsprofilen zeigt die Kurve die Zunahme des Sauerstoffgehalts von F 12 nach F 2o (Auersmacher bis Wilhelm-Heinrich-Brücke Saarbrücken). Danach nimmt der Sättigungsgrad mit einer kurzen Erholung nach der Schleuse Völklingen bis auf 17 % ab. Von F 32 (Wadgassen) steigt die O_2-Sättigung unter starken Schwankungen bis nach Konz auf 4o % an. Die untersuchten Nebenflüsse haben alle, mit Ausnahme der Rossel, eine höhere Sauerstoffsättigung als die Saar an der jeweiligen Stelle.

Dabei erreicht der Wellesbach mit fast 9o % Sättigung den höchsten Wert. Die Belastungen der Saar auf französischem Gebiet verdeutlicht der Sauerstoffhaushalt von 1 bis 9. Im Oberlauf ist die Sättigung sehr hoch, zwischen 1 und 3. Die Abnahme des Sauerstoffs ist auf die kommunalen Abwässer kleiner Gemeinden und die Einleiter von Holzsägewerken zurückzuführen (F2 liegt bei Abreschwiller etwa 3oo m unterhalb eines Sägewerkes). Die bedeutendste Belastung der Saar auf französischem Gebiet sind die Abwässer von Sarrebourg. Die ungereinigten Haushaltsabwässer und die hohe organische Frachten führenden Abwässer von Molkereien und anderen gewerblichen Betrieben, sowie die Einleitungen aus der Viehhaltung, führen zu einer polysaproben Zone unterhalb von Sarrebourg bei Hoff (F4). Wie in der Fundortbeschreibung erwähnt, ist das gesamte Flußbett mit einer dicken Schlammschicht bedeckt. Auf diesem Substrat sind regelrechte Tubifexrasen ausgebildet. Eine weitere Verschlechterung der Wassergüte erfolgt durch die kommunalen Einleiter von Sarre Albe und Sarre Union. Die Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt bleiben gering.



2. Kaliumpermanganatverbrauch (Abb. 3o)
Diese Maßzahl wird nur in Verbindung mit allen anderen Werten des Sauerstoffhaushaltes zur Beurteilung von organischer Belastung herangezogen, so daß eine Überbewertung dieser Kennzahl für den Grad der organischen Belastung vermieden wird (vgl. HILDENBRAND 1974).
Die Kurve zeigt eine stetige Zunahme des $KMnO_4$-Verbrauchs bis Stelle 34 (Lisdorf) In diesem Abschnitt ragt die hohe Zehrung an Stelle 4 heraus, ebenfalls ein Zeichen der hohen organischen Belastung an diesem Fundort. Nach Lisdorf sinkt die Kaliumpermanganatzahl und bleibt bis nach Konz im Bereich von 4o mg/l und 8o mg/l (Spitze nach Saarburg). Mit Ausnahme der Rossel, die den höchsten Wert mit 115 mg/l erreicht und der Prims (55 mg/l) liegen die Meßergebnisse der Nebenflüsse unter den Werten in der Saar an der betreffenden Stelle. Wie Messungen des AVS zeigen, ist die $KMnO_4$-Zahl von 115 mg/l (Mittel aller Messungen) für die Rossel als niedrig anzusehen (vgl. Untersuchungen des AVS von 1971 bis 1974).

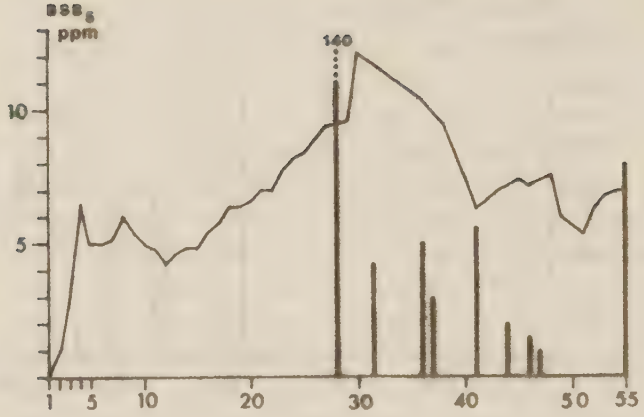


Abb. 31

3. BSB_5 (Abb. 31)

Diese Kurve entspricht in ihrem allgemeinen Verlauf den Ergebnissen der $KMnO_4$-Messungen. Kennzeichnend ist die im Verhältnis zur Saar hohe biochemische Sauerstoffzehrung in der Rossel (vgl. dazu Messungen des AVS bei Geislautern von 1971 bis 1974).
Der Einfluß der Saarbelastung bei Sarrebourg wird auch hier deutlich. Die Zehrung steigt über das Doppelte an (von 3 mg/l auf 6,5 mg/l) und verursacht eine Erhöhung der Zehrung im folgenden Saarabschnitt. Die erneute Zufuhr abbaubarer Substanzen bei Stelle 8 (nach Sarre Union) bewirkt eine Steigerung von o,75 mg/l. Bei Stelle 12 mit 4,25 mg/l ist, vom Oberlauf abgesehen, die geringste biochemische Sauerstoffzehrung vorhanden. Innerhalb des Ballungsgebietes steigt der Wert an. Erst nach dem Wehr Mettlach senkt sich der BSB um 1,5 mg/l. Unterhalb der Stadt Saarburg steigt der Wert bis zur Saarmündung wieder an.
Die Nebenflüsse haben, bis auf die Rossel, einen geringeren biochemischen Sauerstoffbedarf als die Saar an der Mündungsstelle. Ähnlich wie beim $KMnO_4$-Verbrauch

sind die Mittelwerte des BSB eigener Messungen im Mündungsbereich der Rossel im Verhältnis zu den Werten des AVS als niedrig (vgl. Messungen AVS) zu bewerten.

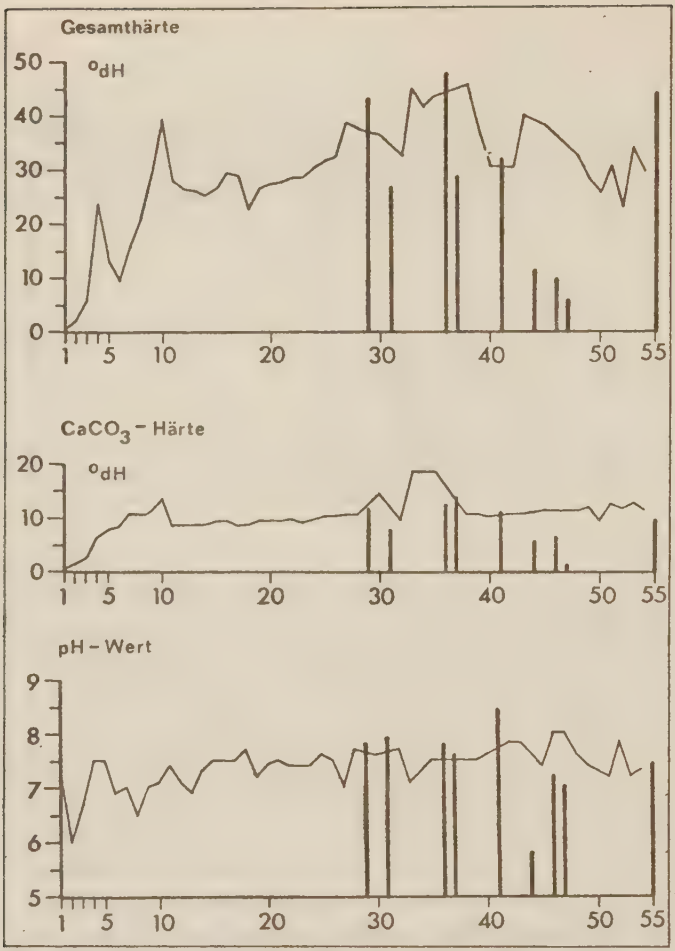


Abb. 32

4. Gesamthärte, Karbonathärte, pH-Wert (Abb. 32)
Die Differenz zwischen Karbonathärte, die vom Untergrund abhängig ist, und der Gesamthärte zeigt die Belastung mit kommunalen und industriellen Abwässern. Die Kurve der Karbonathärte zeigt deutlich die Abhängigkeit dieses Wertes vom geologischen Untergrund. In den Muschelkalkgebieten im Bliesgau und im Saargau steigt der Härtegrad über den allgemeinen Kurvenverlauf hinaus. Die Zunahme beträgt bei Saargemünd (Bliesmündung) 6°dH und zwischen Lisdorf und Nied-

mündung 8° dH. Die Kurve der Gesamthärte zeigt dagegen einen stark wechselnden Verlauf. Die erste Spitze liegt bei Sarrebourg mit einer Zunahme von F 3 Hermelange bis F 4 Hoff von 18° dGH. Nach einem Rückgang des Wertes auf 1o° bei Romelfing steigt die Kurve rapid bis Saargemünd auf 4o° dH an. Zwischen Hanweiler und Güdingen senkt sich die Härte auf 26° und nimmt dann fast stetig bis Stelle 38 (Mechern) auf 45° zu. Bei Besseringen fällt die Kurve auf 28° dH ab. Nach der Mündung des Totarms bei Besseringen erhöht sich der Wert wieder auf 38° und sinkt im restlichen Saarabschnitt auf Werte um 3o° dH bei Konz. Die Abwässer der Stadt Saarburg verursachen einen Anstieg des Wertes von 22° auf 32° dH.

Der pH-Wert ist im gesamten Saarlauf nur unbedeutenden Schwankungen unterworfen. Dabei hat Stelle 2 mit pH 6 den geringsten Wert (Buntsandsteingebiet, dazu die Abwässer aus den Sägewerken) und zwischen der Mündung von Steinbach und Wellesbach liegt das Maximum von pH 8,2.

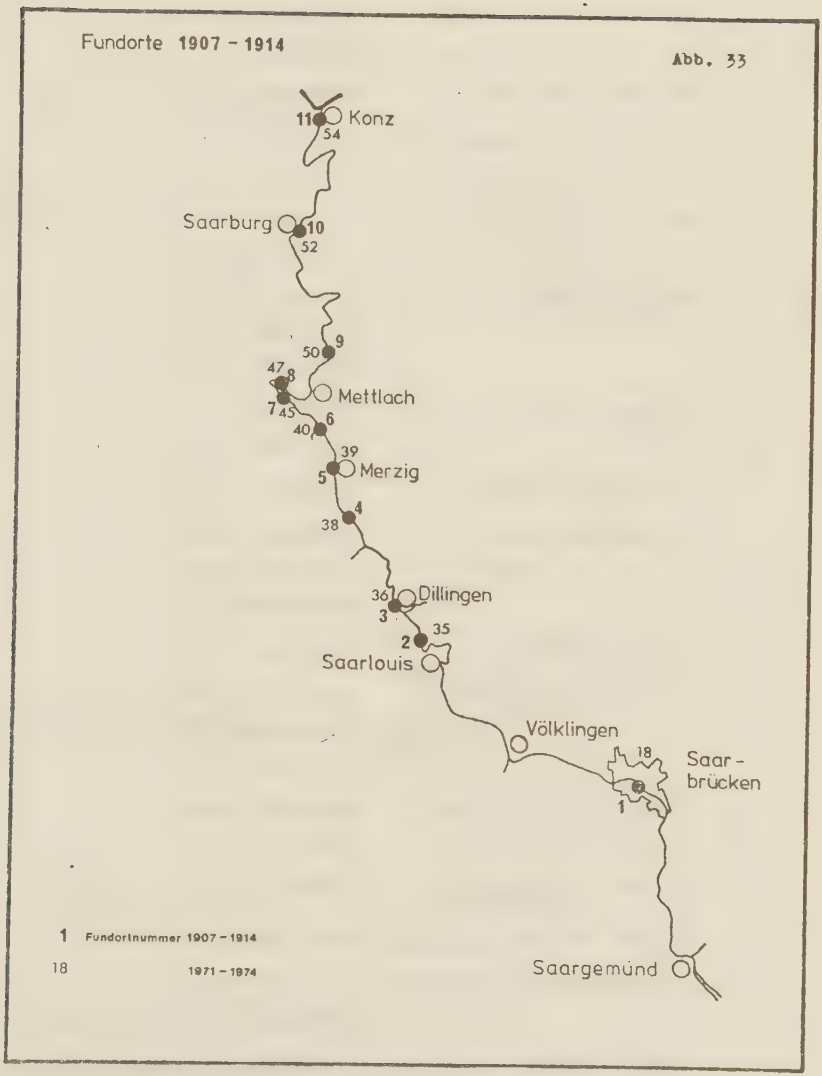
4. DISKUSSION

Die derzeitige Saarbelastung bewirkt eine Regression der Molluskenareale, beeinflußt Artenzahl, Abundanz- und Dominanzverhältnisse der Molluskenpopulationen und verhindert als Verbreitungsbarriere ihre Regeneration von weniger belasteten Flußsystemen her.

Die Auswirkungen der Saarbelastung auf die Verbreitung der Mollusken wird durch einen Vergleich mit Besammlungen zu Beginn unseres Jahrhunderts deutlich. BOETTGER (1912) faßt die Molluskenfunde in der Preussischen Rheinprovinz zwischen 1788 (GMELIN 1788) und 1912 zusammen. Nach BOETTGER wurden die älteren Angaben durch Exkursionen 19o7/o8 nachgeprüft. Die ältesten Fundortangaben in der Saar stammen von SCHMITT (1854), der im Raum Dillingen sammelte. SCHNUR (1858) beschrieb die Funde in der Umgebung von Konz. Die Fundortangaben von BOETTGER (1912) wurden durch die Auswertung der Bivalviasammlung des Senckenbergmuseums, Frankfurt, ergänzt.
Die angegebenen Fundortnamen sind zum Teil veraltet. Anhand der "Flußkarte der Saar" 19o6 bis 1912 (Saarl. Landesarchiv, Inv. Nr. 2ol,3-38) konnten folgende Fundorte an der Saar ermittelt werden:

1. Saarbrücken, St.Johann
2. Wallerfangen
3. Dillingen
4. Fremersdorf
5. Merzig
6. Besseringen
7. Montclair, Dreisbach
8. Oberwelles, Niederwelles (Km 7o), Wellesbach
9. Saarhölzbach
lo. Saarburg
11. Konz, Köhnen

Abb. 33


Fundorte 1907 - 1914
Abb. 33
11
Konz
54
Saarburg
10
52
50
9
47
8
Mettlach
7
45
40
6
39
5
Merzig
4
38
36
Dillingen
3
35
2
Saarlouis
Völklingen
18
Saar-
brücken
1
Saargemünd
1 Fundortnummer 1907 - 1914
18 1971 - 1974

Verzeichnis der zwischen 1907 und 1914 in der Saar gefundenen Molluskenarten.

		Fundort
Viviparus viviparus	Le Roi 1911	5
	Kurz 1911	1
Valvata piscinalis	Boettger 1912	1
Bithynia tentaculata	Le Roi 1911	5,10
	Boettger 1912	1
Radix auricularia	Le Roi 1911	5,7,10
	Boettger 1912	1
Radix peregra	Le Roi 1911	5
	Boettger 1912	1
	Schmitt 1854	3
Lymnea stagnalis	Le Roi 1911	5,7,10
	Boettger 1912	1
Aplexa hypnorum	Boettger 1912	1
Galba truncatula	Schmitt 1854	3
	Le Roi 1911	9
	Boettger 1912	1
Galba palustris	Boettger 1912	1
Planorbis planorbis	Schmitt 1854	3
	Kreglinger 1870	11
	Boettger 1912	1
Planorbis carinatus	Schmitt 1854	3
	Boettger 1912	1
Anisus leucostomus	Boettger 1912	1
Anisus vortex	Boettger 1912	1
Bathyomphalus contortus	Schnur 1858	11
	Boettger 1912	1
Gyraulus albus	Schmitt 1854	3
	Boettger 1912	1
Armiger crista	Boettger 1912	1

Segmentina nitida	Boettger 1912	1
Planorbarius corneus	Boettger 1912	1
Ancylus fluviatilis	Boettger 1912	1
	Le Roi 1914	9
Acroloxus lacustris	Le Roi 1911	5
	Boettger 1912	1
Unio pictorum	Le Roi 1911	7
	Le Roi 1912(Coll. Senck.: 19916)	
Coll.Senck.Nr.:	966(Kgl.WBA Sn 1914)	2,4,10
Unio crassus	958	8
	956	6
	15483	7
	15482	1
	973.1350	4
Unio tumidus	18563(Le Roi 1912)	7
	962(Kgl.WBA Sn 1914)	10
	959 "	8
	976 "	2
	1351(Claus 1914)	4
Anodonta cygnea	22574(Kurz 1911)	1
	972(Kgl.WBA Sn 1914)	1
	1353(Claus 1914)	4
	22573(Le Roi 1912)	7
	960(Kgl.WBA Sn 1914)	8
Sphaerium corneum	Boettger 1912	1
Sphaerium lacustre	Schnur 1858	11
	Boettger 1912	1
Pseudanodonta elongata	Kurz 1911	1
Pisidium supinum	Boettger 1912	1
Pisidium obtusale	Boettger 1912	1
Pisidium casertanum	Boettger 1912	1
Dreissena polymorpha	Boettger 1912	1

Vergleich der Verbreitung 1907-1914 und 1971-1974, dargestellt an der Besiedlung der von BOETTGER et alt. besammelten Fundorte.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Viviparus viviparus	●				○						
Valvata piscinalis	○										
Bithynia tentaculata	●				○					○	
Physa acuta	◒										
Radix auricularia	○				○		○			○	
Radix peregra	●		○		○						
Lymnea stagnalis	○				○		○			○	
Aplexa hypnorum	○										
Galba truncatula	○		○						○		
Galba palustris	○										
Planorbis planorbis	○		○								○
Planorbis carinatus	○		○								
Anisus leucostomus	○										
Anisus vortex	○										
Bathyomphalus contortus	○										○
Gyraulus albus	○		○								
Armiger crista	○										
Segmentina nitida	○										
Planorbarius corneus	●										
Ancylus fluviatilis	●								○		
Acroloxus lacustris	●				○						
Unio pictorum	◒	○		○			○			○	
Unio crassus	○			○		○	○	○			
Unio tumidus	◒	○		○			○	○		○	
Anodonta cygnea	●			○			○	○			
Sphaerium corneum	●										
Sphaerium lacustre	○										○
Pseudanodonta elongata	○										
Pisidium supinum	○										
Pisidium obtusale	○										
Pisidium casertanum	○										
Dreissena polymorpha	●										

○ 1907-1914 nachgewiesen ● 1971-1974 nachgewiesen ◒ 1907-1914 und 1971-1974 nachgewiesen

Abb. 34

Der Vergleich (Abb. 34) zeigt, daß die Mollusken zu Beginn unseres Jahrhunderts gleichmäßig über die Saar verbreitet waren. Das wird besonders deutlich durch die Verbreitung der Bivalvia, deren Fundorte in der unteren Saar von mehreren Autoren (LE ROI, CLAUS, Kgl. WBA Saarbrücken) aufgeführt werden. Das Vorkommen der Gastropoden ist wegen der weniger intensiven Besammlung (nur Angaben von BOETTGER 1912) nicht so signifikant. Aber auch sie zeigen den wesentlichen Unterschied zu den derzeitigen Verhältnissen in der Saar. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit endet das Verbreitungsgebiet der Mollusken unterhalb der Rosselmündung bei Völklingen. Außerdem reduzierte sich die Artenzahl der Molluskenpopulationen in der Saar von 31 (1914) auf 28 (1974). 7 von BOETTGER et alt. aufgeführte Arten konnten nicht mehr nachgewiesen werden. 2, von BOETTGER nicht erwähnte, Arten sind außerhalb seines Besammlungsgebietes im französischen Abschnitt der Saar (Theodoxus fluviatilis und Valvata cristata) und in der Nied (Theodoxus fl.) verbreitet. 2 weitere Arten sind nachträglich in die Saar eingewandert (THIENEMANN 195o, KINZELBACH 1972). Es handelt sich um die Arten Potamopyrgus jenkinsi und Physa acuta.

Die Bedeutung der Saarbelastung für diese Arealregression wird durch einen Vergleich der Saarbelastung im Zeitraum der Besammlung von BOETTGER und den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung deutlich. Die Beschreibung der Belastung zu Beginn unseres Jahrhunderts beruht auf Auswertungen von Gutachten der Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (19o6) und von GUTH, HÄUSER und ZITEK (1918) über die Wassergüte der Saar im Bereich der Stadt Saarbrücken, Angaben von NOLTE (1912), einer Studie des Landratsamtes Merzig über den Stand der Abwasserbeseitigung im Saarland von 1933 (Saarländisches Landesarchiv, Bestand Landrats-

amt Merzig, Inv.Nr. 64) und Unterlagen der Gerichtsverhandlungen über die Klage der von den Hochwässern im Mai, Oktober und November 1930 betroffenen Gemeinden gegen das Elektrizitätswerk des Kraftwerkes Mettlach von 1931 (Saarländisches Landesarchiv, Bestand Landratsamt Merzig, Inv.Nr. 62, 63).

Während in den Untersuchungen von GUTH, HÄUSER & ZITEK (1915-18) der im Bereich der Stadt Saarbrücken liegende Saarabschnitt chemisch-physikalisch, mikrobiologisch und biologisch bearbeitet wurde, liegen für den unteren Saarabschnitt, von Völklingen bis Konz, keine exakten Untersuchungsergebnisse vor. Hinweise auf den biologischen Zustand dieser Strecke geben jedoch die oben genannten Gutachten, die Studie über den Stand der Abwasserbeseitigung, NOLTE (1912) und die Zeugenaussagen der Gerichtsverhandlung (1931). Das von der Verwaltung der Stadt Saarbrücken in Auftrag gegebene Gutachten über den biologischen Zustand der Saar im Stadtgebiet wurde im Zusammenhang mit der geplanten Errichtung einer Kläranlage erstellt. Untersuchungen der Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung vom Juli 1906 (Gutachten) bezeichneten den Zustand der Saar so günstig, daß eine mechanische Klärung der Abwässer genüge. Jedoch müsse die Saar unter sorgfältige Beobachtung gestellt werden, um zu ermitteln, wann die Selbstreinigungskraft des Vorfluters nicht mehr ausreicht, um die Schmutzfrachten abzubauen. Das 1915 vom Kgl. Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten, Saarbrücken begonnene Gutachten sollte Aufschluß über die Situation der Saar und ihrer Nebenflüsse vor der Neukanalisation und Inbetriebnahme der Kläranlage geben. Die Zusammenfassung der chemischen, mikrobiologischen und biologischen Untersuchungsergebnisse ergibt für den Saarabschnitt zwischen Güdingen (Km 0) und Völklingen folgendes Zustandsbild der Saar (zitiert nach GUTH, HÄUSER und ZITEK 1918, S.319):

"Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Saar von Km 0,0 bis oberhalb des Fechinger Baches praktisch rein ist. Auch auf der weiteren Strecke bis oberhalb der Mündung des Scheidter Baches wird der Fluß nicht nennenswert belastet und besitzt daher für fäulnisfähige Abwässer noch große Aufnahmefähigkeit.

Von der Mündung des Scheidter Baches bis etwa zur Alten Brücke (in km 7,o4) halten sich dann Belastung und Selbstreinigung das Gleichgewicht.

Etwa von unterhalb der Alten Brücke bis unterhalb der Grenze der Stadt Saarbrücken überwiegt die Belastung das Selbstreinigungsvermögen des Flusses.

Grobe Verunreinigungen der Saar bestehen besonders vor dem Scheidter Bach, dem Sulzbach, dem Fischbach und dem Weyersbach. Ihr Einfluß macht sich jedoch im allgemeinen nur auf kurze Strecken bemerkbar, da die zugeführten Schmutzstoffe größtenteils im Mündungsgebiet der Zuflüsse aufgearbeitet werden.

Die Verunreinigung der Saar durch industrielle Abwässer ist sehr wechselnd, zeitweise aber ganz außerordentlich.

Die durch die Einleitung der Abwässer bewirkten Schäden sind gleichermaßen auf die städtischen und industriellen Abwässer zurückzuführen.

Nach Durchführung der Neukanalisation und Inbetriebnahme der Kläranlage der Stadt Saarbrücken, wird die Saar innerhalb des Stadtgebietes eine ganz wesentliche Entlastung erfahren. Die Wirkung dieser Maßnahmen auf den Vorfluter wird jedoch eine unzureichende bleiben, wenn nicht gleichzeitig für eine bessere Reinigung der industriellen Abwässer gesorgt wird.

Erwägenswert scheint die Bildung einer Genossenschaft für das gesamte Saarindustriegebiet, um die Fragen der Abwasserreinigung und Vorflutregelung in einer allseitig befriedigenden Weise zu lösen."

In diesem Zusammenhang wird auch auf den Zustand der Saar außerhalb des Untersuchungsgebietes hingewiesen. Danach sind bei Brebach, Völklingen und Dillingen die Verunreinigungen durch Industrieabwässer "ganz erheblich", besonders erwähnt wird dabei die hohe Belastung der Rossel.

Die oben zitierten Ausführungen sind für einen Vergleich mit den heutigen Verhältnissen wenig brauchbar, da die Formulierungen nicht reproduzierbar sind. Am besten eignen sich die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen, da die Methodik in beiden Untersuchungen gleich ist. Die Auswirkungen der Saarbelastung auf die Biocoenosen im Stadtgebiet von Saarbrücken zeigten GUTH, HÄUSER und ZITEK an der Verbreitung von Plankton und Abwasserbakterien. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die nach dem KOLKWITZ-MARSSON Saprobiensystem bewertet wurden, weichen nur geringfügig von den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ab (vgl. Zusammenfassung). Der Vergleich der Meßergebnisse des Sauerstoffhaushalts von 1915 - 1917 und von 1971 - 1974 verdeutlicht die biologischen Befunde (Abb. 35).

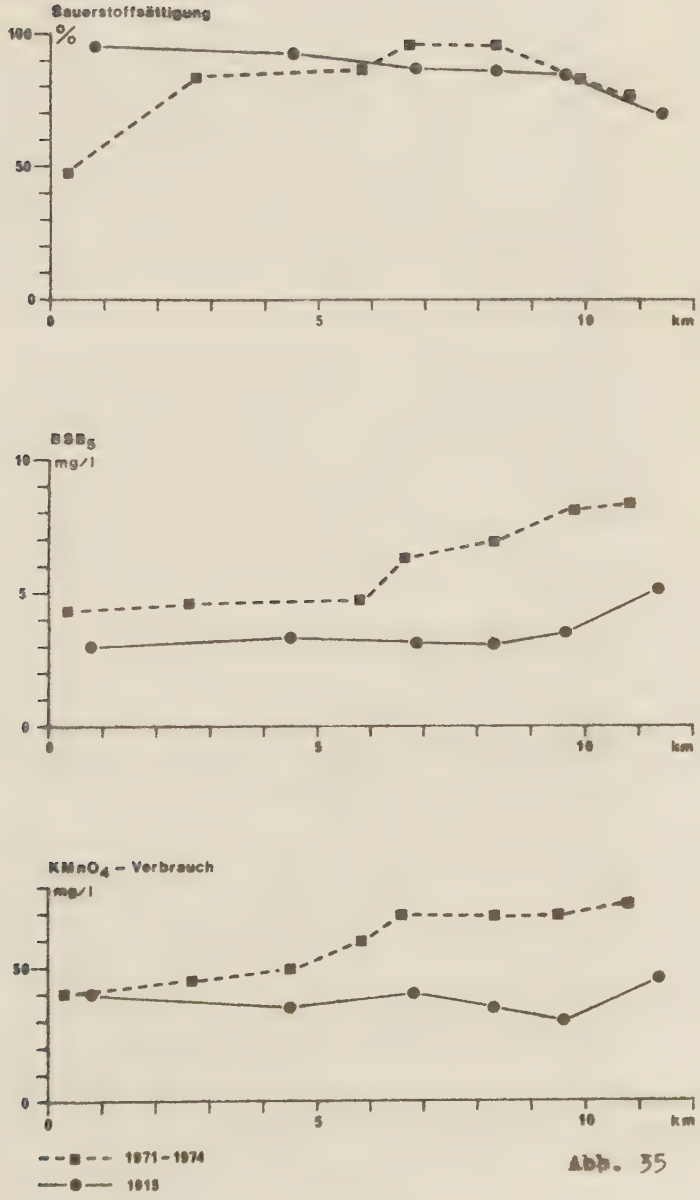

Sauerstoffsättigung
%
100
50
0
0
5
10
km
BSB5
mg/l
10
5
0
0
5
10
km
KMnO4 – Verbrauch
mg/l
10
5
0
0
5
10
km
1971 – 1974
1913

Abb. 35

Die Werte des Sauerstoffhaushaltes zeigen, daß sich die Abwasserbelastung innerhalb der Vergleichszeiträume nicht wesentlich verändert hat. Die limitierenden Faktoren für die Molluskenfauna liegen demnach nicht primär in der Abwasserbelastung der Saar. Im Gegensatz zu 1918 ist diese Abwasserlast heute nicht mehr der einzige Belastungsfaktor. Im Zusammenhang mit der hohen Wärmezufuhr aus Kühlwässern der Kraftwerke und Hütten, deren Auswirkungen den Sauerstoffhaushalt stark belasten (SCHWOERBEL 1974), sinkt die Belastbarkeit der Saar erheblich, wie eigene Längsprofile zwischen Saarbrücken und Ensdorf zeigen.
Limitierende Milieubedingungen entstehen demnach aus dem Zusammenwirken von Wärme- und Abwasserbelastung. Die Auswirkung dieser Belastungssituation der mittleren Saar wird nach Völklingen deutlich, wo Wassertemperaturen von über 4o°C und Sauerstoffdefizite von loo % auftreten. Zusätzlich gelangen durch die Schlammfrachten der Rossel toxische Substanzen (DEWES 1968) in die Saar.
Diese Faktoren bewirken unterhalb von Völklingen bis zum Wehr Ensdorf eine Verödungszone. Erst durch die allmähliche Verdünnung und die Ablagerung großer Mengen Schlamm am Wehr Ensdorf beginnt die Besiedlung der Saar mit niederen Organismen unterhalb von Lisdorf (Sphaerotilus).
Die wesentlichste Veränderung ihres Flußlaufes nach dem Ersten Weltkrieg erfuhr die Saar durch die Errichtung des Kraftwerkes Mettlach. Sie wird dabei auf einer Strecke von 15 km aufgestaut und hat den Charakter eines Flußunterlaufs (vgl. Hydrographie der Saar). Vor der Stauhaltung hatte sie in diesem Abschnitt, zwischen Merzig und Mettlach, die Eigenschaften eines Flußmittellaufs, wie er heute noch zwischen Ensdorf und Merzig und von Mettlach bis Kanzem ausgebildet ist.

Die "Flußkarte der Saar" (19o6 - 1912) zeigt den ehemaligen Flußverlauf in diesem Abschnitt.

Zusammen mit den Hinweisen aus den Gutachten von GUTH, HÄUSER und ZITEK (1918) und der Studie über den Stand der Abwasserbehandlung (1933) geben die Zeugenaussagen der Gerichtsverhandlung über die Hochwasserschäden von 193o einen Eindruck von den tiefgreifenden Veränderungen in der Saar, die durch die Errichtung des Wehres in Verbindung mit der steigenden Menge und unterschiedlichen Zusammensetzung der Abwässer nach dem Ersten Weltkrieg hervorgerufen wurden. Die Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit führte zu einer vermehrten Ablagerung des aus den Kohlerevieren stammenden Schlamms. Vor dem Bau des Kraftwerkes wurden die nur stellenweise in Kolken und Stillwasserzonen angeschwemmten Schlammbänke durch die erhöhte Wasserführung der Saar im Frühjahr und im Herbst weggeschwemmt. Das Wehr verhinderte jedoch das rasche Abfließen und verursachte Hochwässer, die das gesamte Merziger Becken überschwemmten (Saarl. Landesarchiv Bestand Landratsamt Merzig, Inv. Nr. 66). Die Auswirkung der Stauhaltung zeigte sich auch beim letzten großen Hochwasser im Mai 197o, als der gesamte Saarlouiser und Merziger Talraum vom Wasser bedeckt war (Luftbild der Überschwemmung von 197o, WSA Sn). Negative Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt bedeuten die große Wassertiefe (stellenweise über 9 m) und die erhöhte Sauerstoffzehrung des hier abgelagerten Schlamms, die in den unteren Wasserschichten zu anaeroben Verhältnissen führt (Methan- und H_2S-Bildung). Die hohe Belastung des Sauerstoffhaushaltes auf der Staustrecke zeigen Längs- und Tagesprofile in diesem Saarabschnitt.
Die Veränderung der hydrographischen Verhältnisse hatten einen entscheidenden Einfluß auf die Biocoenosen der Saar im Bereich Merzig bis Mettlach.

Wie die Unterlagen des Landratsamtes Merzig zeigen, gaben nach Errichtung des Wehres bei Mettlach alle Berufsfischer ihre Fischpacht in der Saar wegen des Rückganges der Fischbestände auf (Saarl. Landesarchiv, Bestand Landratsamt Merzig, Inv.Nr. 62, 63 und 64). Diese Auswirkungen zeigten sich auch im Verbreitungsbild der Mollusken. Während 1914 im Bereich des heutigen Stausees noch Schnecken und Muscheln vorkamen, läßt die derzeitige Substrat- und Wasserbeschaffenheit keine Besiedlung mit Mollusken zu. So sind einerseits die völlige Verschlammung und das Fehlen höherer Wasserpflanzen und andererseits die hohe Belastung der Saar, die im Stauabschnitt zu fast loo %-igen Sauerstoffdefiziten führt, und die durch die Rossel in die Saar gelangten toxischen Stoffe begrenzende Faktoren für die Entwicklung einer Makrobenthosfauna. Wie Untersuchungen der Nebenflüsse ergaben, ist das Fehlen von Mollusken ab Völklingen nicht auf die Verbreitungsbarriere der Verödungszone zwischen Rosselmündung und Wehr Ensdorf zurückzuführen. Die Kausalität der oben genannten Faktoren wird dadurch bestätigt, daß die Gastropoden und Bivalvia der Nebenflüsse, sobald sie in die Saar gelangen, absterben. Diese Beobachtung gilt für alle mit Schnecken und Muscheln besiedelten und unterhalb der Rossel mündenden Nebenflüsse. Besonders deutlich wird dies an der Niedmündung. In der Nied leben 15 Molluskenarten. Die Schalen dieser Arten werden bei Mechern (Sandbänke in der Saar) angeschwemmt und lagern sich in ähnlicher Abundanz (vgl. F 37 mit F 38) am Ufer ab. Es handelt sich dabei ausschließlich um totes Schalenmaterial. Das heißt, alle aus der Nied in die Saar gelangten Mollusken sterben ab und ihre Schalen werden flußabwärts verdriftet. Weitere Beispiele sind der Wellesbach (Stau Mettlach) dessen fünf Schneckenarten mit zunehmender Vermischung des Bachwassers mit

Saarwasser nach und nach absterben. Das gleiche gilt für die unterhalb des Wehres Mettlach liegende Flußstrecke. Die Leuk ist vor der Mündung in die Saar von zwei Gastropoden (Radix peregra ovata und Ancylus fluviatilis) besiedelt. Selbst unmittelbar nach der Leukmündung sind in der Saar keine Schnecken zu finden.
Das gilt im gleichen Maße für die Nebenflüsse Bist, Prims, Steinbach und für den Totarm bei Besseringen. Neben der Belastung des Sauerstoffhaushaltes, die besonders auf der Staustrecke Merzig-Mettlach deutlich wird, ist die Verschlammung des Benthals ein limitierender Faktor für Molluskenpopulationen. Das hier abgelagerte Material besteht zum überwiegenden Teil aus Kohleschlamm aus den saarländischen und lothringischen Revieren. Die massenhaft auftretenden Tubifexkolonien sind ein Zeichen für die polysaproben Verhältnisse im Substrat (WACHS 1967).

HÄSSLEIN (1966) unterscheidet die Süßwassermollusken nach ihren Substratansprüchen in zwei Gruppen. Eine Gruppe lebt vorwiegend am Boden, die andere an Wasserpflanzen. Zur ersten gehören u.a. Arten der Gattungen Theodoxus, Ancylus, Acroloxus, Viviparus, Lithoglyphus, Valvata,Bithynia und alle Muscheln. Diese Arten sind von der Schlammablagerung direkt betroffen, während sich die Arten der Gattungen Planorbarius, Planorbis,Lymnea, Radix, Galba und Physa meistens an Wasserpflanzen aufhalten und dem polysaproben, sauerstoffarmen Substrat am Boden zur Wasseroberfläche hin ausweichen können. Diese Lebensweise kann von Bithynia tentaculata und Viviparus viviparus nachgeahmt werden (FRÖMMING 1956). Während die Schlammablagerung die bodenwohnenden Arten direkt beeinflußt, wirkt sie sich auf die an den Wasserpflanzen lebenden Arten indirekt aus. Mit zunehmender Verschlammung verschwinden die höheren Wasserpflanzen

und damit auch die an ihnen lebenden Schnecken. Unmittelbar im Anschluß an die Hauptbelastungsstrecke werden, wie oben gezeigt, die Milieubedingungen derart verändert, daß von Völklingen bis Ensdorf eine Verödungszone entsteht. Im weiteren Verlauf der Saar stellen sich dann zwar wieder niedere Organismen ein, die Entwicklung einer Makrobenthosfauna, ähnlich der vor dem Belastungsabschnitt, wird durch die Verschlammung des Benthals verhindert. Selbst die Erholung des Sauerstoff- und Wärmehaushalts auf der Strecke Ensdorf - Merzig und die Verbesserung des Sauerstoffhaushalts nach dem Wehr Mettlach haben, trotz teilweise recht dichter Wasserpflanzenvegetation (besonders im Unterlauf zwischen Saarburg und Konz), kein Vorkommen von Mollusken zur Folge. Der limitierende Faktor für die an Wasserpflanzen gebundenen Arten muß auf die toxischen Stoffe der industriellen Einleiter zurückgeführt werden; denn sowohl Sauerstoffhaushalt als auch das Vorkommen von Wasserpflanzen sind als Voraussetzung für die Entwicklung einer Molluskenfauna gegeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Areal der Mollusken in der Saar durch die derzeitige Saarbelastung unterhalb der Rosselmündung begrenzt wird. Die Auswirkungen der im Bereich Saarbrücken-Ensdorf einwirkenden Belastungsfaktoren verhindern eine Besiedlung der mittleren und unteren Saar. Auch Molluskenpopulationen der Nebenflüsse führen zu keiner Wiederbesiedlung, da die Tiere, sobald sie in die Saar gelangen, absterben.

Eine weitere Bedeutung hat die Saarbelastung für die Arealausdehnung und die Einwanderungswege von Mollusken. Zwischen den beiden Vergleichszeiträumen sind zwei Molluskenarten in die Saar eingewandert, Potamopyrgus jenkinsi und Physa acuta. Dreissena polymorpha, ebenfalls in die Saar eingeschleppt, wurde von BOETTGER bereits 1912 nachgewiesen.
Die Frage über die Einwanderungswege der beiden Arten kann nur im Zusammenhang mit der Saarbelastung beantwortet werden. Die Verbreitungsgeschichte von Potamopyrgus jenkinsi, Physa acuta, Dreissena polymorpha und Lithglyphus naticoides, die nicht in der Saar vorkommt, sind bei THIENEMANN (195o) ausführlich behandelt (MARTENS 19o2; GASCHOTT 1921; BÜTTNER 1922; DEGNER 1924; UHL 1924; GASCHOTT 1925 a, 1925 b; UHL 1925; STEUSLOFF 1926; SCHLESCH 1927 a, 1927 b; HAAS 1929; SCHLESCH 193o; LUTHER 1933; DECKSBACH 1935; ADAM 1938; STEUSLOFF 1939, ADAM 1942; ANT 1956; JAECKEL 1958, 1962; HINZ 1968; KRAMER 1968; LEUZINGER 1969; SCHMID 1969). Das Einwandern in die Saar ist von Norden über Rhein und Mosel und aus Südwesten über den Oberrhein oder die französischen Flußsysteme durch die Kanäle möglich (Abb. 36).

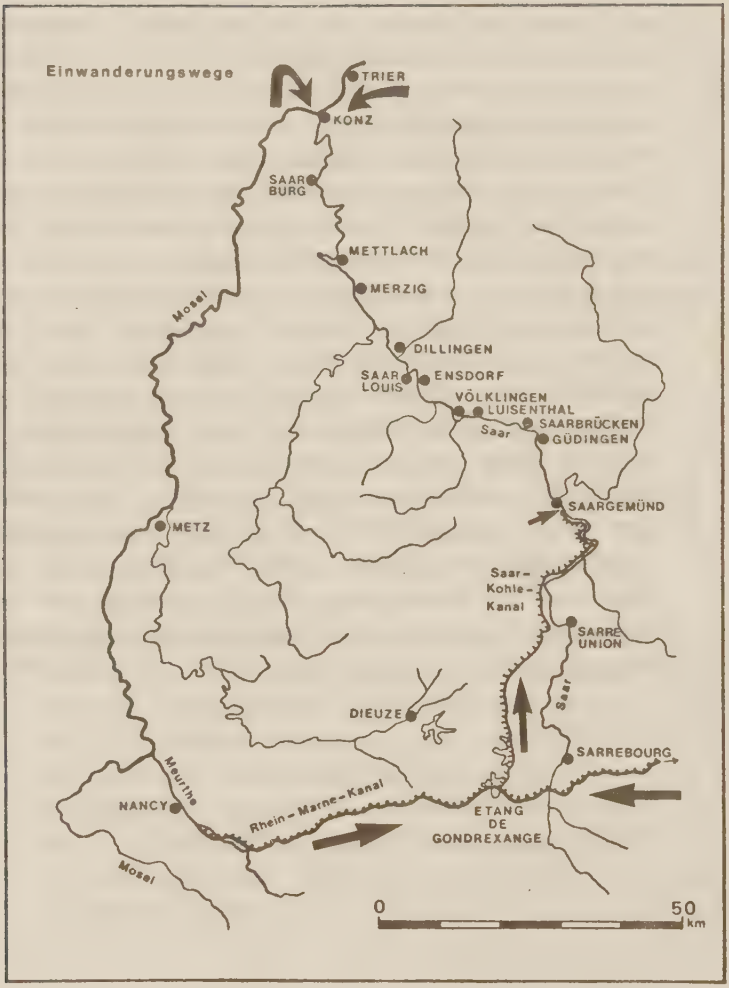
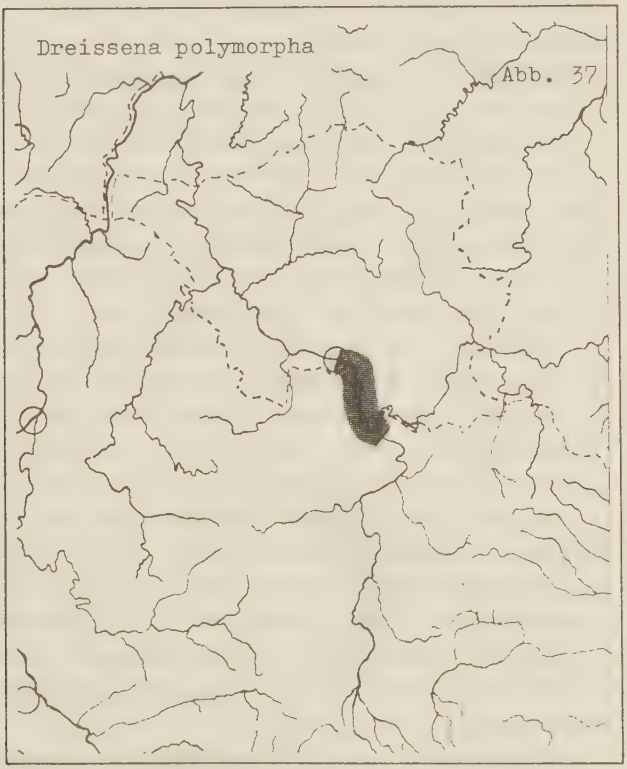

Einwanderungswege
TRIER
KONZ
SAAR BURG
METTLACH
MERZIG
Mosel
DILLINGEN
SAAR LOUIS
ENSDORF
VÖLKLINGEN
LUISENTHAL
SAARBRÜCKEN
Saar
GÜDINGEN
SAARGEMÜND
METZ
Saar-Kohle-Kanal
SARRE UNION
DIEUZE
Saar
SARREBOURG
Meurthe
NANCY
Rhein-Marne-Kanal
ETANG DE GONDREXANGE
Mosel
0
50
km

Abb. 36

Dreissena polymorpha konnte gegen Ende des 19. Jahrhunderts durchaus von der Mosel von Norden in die Saar gelangen; damals wurde die Saar von Saarbrücken bis Konz befahren (HOPPSTÄDTER 1963 Saarl. Landesarchiv, Bestand Landratsamt Merzig, Inv.Nr. 63). Eine Einschleppung war aber auch auf dem Umweg über Oberrhein und das französische Kanalsystem von Süden her möglich. Die heutige Verbreitung läßt keinen Schluß über den Weg von Dreissena polymorpha in die Saar zu. (Abb. 37)



Sie konnte einerseits ihr Areal bis zur Stadtmitte von Saarbrücken ausdehnen, andererseits drang sie nur etwa lo km flußaufwärts bis oberhalb von Saareinsming vor. Die Begrenzung flußabwärts ist eindeutig durch die zunehmende Saarbelastung festgelegt, während das Vordringen nach Süden durch die hydrographischen Verhältnisse der Saar erschwert wird. Die Belastung des Flusses durch die Abwässer von Saare Union und Saarealbe haben keinen Einfluß auf die Verbreitung von Dreissena polymorpha, da die Auswirkungen auf den Stoffhaushalt der Saar bedeutend geringer sind als im Zentrum von Saarbrücken.

Im Gegensatz zu Dreissena polymorpha konnten Physa acuta und Potamopyrgus jenkinsi nur über die Kanäle von Süden her einwandern. Ein Eindringen in die Saar von der Mosel ist wegen der nach dem Ersten Weltkrieg zunehmenden Saarbelastung und durch die Errichtung des Wehres bei Mettlach auszuschließen.
Die beiden Arten bewohnen in der Saar unterschiedlich große Areale. Diese Verbreitung läßt Rückschlüsse auf die unterschiedliche Resistenz von Physa und Potamopyrgus gegenüber Belastungen zu.
FRÖMMING (1956), Arbeitsgemeinschaft UMWELT (1972) und KINZELBACH (1972) charakterisieren Physa als eine gegenüber hohen Wassertemperaturen und O_2-Mangel wenig empfindliche Art. Außerdem ist sie wenig substratabhängig. Potamopyrgus jenkinsi dagegen ist gegenüber Sauerstoffmangel empfindlicher und verträgt keine höheren Wassertemperaturen(ab 22^{o} nach FRÖMMING). Vom Substrat ist sie ähnlich unabhängig wie Physa acuta, sie kommt sowohl auf kiesig sandigem Untergrund, als auch auf Schlamm vor. Bei reicher Wasserpflanzenvegetation ist sie auch auf Pflanzen anzutreffen.
Potamopyrgus jenkinsi ist über den Rhein nach Süden vorgedrungen (vgl. THIENEMANN 195o).

Die Schnecke kommt in der Saar lediglich zwischen Zollingen (F 7) und Saarbrücken - St.Arnual (F 14) vor. Die abiotischen Faktoren dieser Saarstrecke lassen eine Einordnung in Güteklasse 2 zu. Kennzeichnend für diesen Saarabschnitt sind der ausgeglichene Sauerstoffhaushalt und die niedrige Wärmebelastung. Die Verbreitungsgrenze in Saarbrücken fällt mit einer einschneidenden Substratveränderung zwischen Totarm bei Brebach (F 15) und RCS (F 16) zusammen. Das Ufer besteht hier aus Spundwänden, die lediglich von Dreissena polymorpha besiedelt sind (F 16 und F 19). Daraus ergibt sich, daß die limitierenden Faktoren für Potamopyrgus jenkinsi einmal die Substratveränderung durch die Stahlplanken und zum anderen die Belastung des Sauerstoff- und Wärmehaushalts innerhalb des Stadtgebietes von Saarbrücken sind (Abb. 38).

Die Verbreitung von Physa acuta, die ebenfalls über das französische Kanalsystem die Saar erreichte, bestätigt die Angaben über die hohe Resistenz dieser Art gegenüber Sauerstoffmangel und hohen Wassertemperaturen. Sie ist zusammen mit Bithynia tentaculata, deren Widerstandsfähigkeit gegenüber starken organischen Belastungen bekannt ist (vgl. SCHÄFER 1953 a, FRÖMMING 1956, Arbeitsgemeinschaft UMWELT 1972; KINZELBACH 1972), bis unmittelbar vor der Rosselmündung verbreitet. Die unterschiedlichen Verhältnisse des Abschnittes Saarbrücken-Völklingen werden durch die Messungen der abiotischen Faktoren deutlich. Erst die toxischen Substanzen aus der Rossel, die Wassertemperaturen über 4o° verbunden mit einem Sauerstoffdefizit von 1oo % unterhalb der Rosselmündung begrenzen das Vorkommen dieser beiden Arten. Flußaufwärts ist Physa acuta bis nach Romelfing verbreitet (F 6)(Abb. 39)

Eine Besonderheit ist das Vorkommen von Physa acuta außerhalb ihres geschlossenen Areals zwischen Romelfing und Völklingen im Totarm bei Besseringen. Diese von Süden eingewanderte Schnecke wurde durch Hochwässer saarabwärts verdriftet und konnte sich im Totarm von Besseringen halten (Luftbilder des Hochwassers von 197o zeigen die Ausmaße der von der Saar überfluteten Gebiete. Betroffen sind dabei vor allem die großen Becken bei Saarbrücken, Saarlouis und Merzig). Die Wasserbeschaffenheit des Totarms ist, wie die Molluskenfunde und die Untersuchungen des Sauerstoff- und Wärmehaushaltes ergaben, bedeutend besser als in der Saar in diesem Abschnitt. Das Fehlen dieser widerstandsfähigen Schnecke in der Saar von Ensdorf bis zur Mündung verdeutlicht die nachhaltigen Auswirkungen der Saarbelastung auf Biocoenosen und Stoffhaushalt der mittleren und unteren Saar.

Innerhalb ihres Verbreitungsgebietes sind die Mollusken der Saar wechselnden Bedingungen ausgesetzt. Diese Milieuveränderungen werden deutlich in der Zusammensetzung der Populationen in Artenzahl und Abundanzstruktur. Dabei sind die unterschiedlichen hydrographischen Bedingungen und wechselnde Belastungen der Saar die entscheidenden Faktoren.
Der Einfluß der Hydrographie ist nur im oberen Flußabschnitt zu erkennen, wo rheophile Formen in den Oberlaufstrecken bis Hermelange vorkommen und in dem kurzen unbelasteten Saarabschnitt bis Sarrebourg, in dem eine Artenzunahme mit dem Übergang zum Mittellauf festzustellen ist. Nach der einschneidenden Veränderung der Milieubedingungen durch die starke Belastung der Saar im Raum Sarrebourg wird die Entwicklung der Molluskenfauna bis nach Oberstinzel verzögert. Im Anschluß an die Verödungszone (für Mollusken) stellt sich bis Saargemünd eine artenreiche Molluskenfauna ein. Lediglich die Abwässer der Städte Sarre Union und Sarre Albe bewirken einen Artenrückgang bei Herbitzheim. Die deutlichsten Auswirkungen der Saarbelastung ist in dem Abschnitt Saargemünd bis Völklingen zu verzeichnen. Dabei spiegelt sich die zunehmende Milieuverschlechterung sehr deutlich in der allmählichen Verarmung der Molluskenfauna im Abschnitt Saarbrücken bis zur Rosselmündung, wo keine Schnecken und Muscheln mehr vorkommen (Abb. 4o).

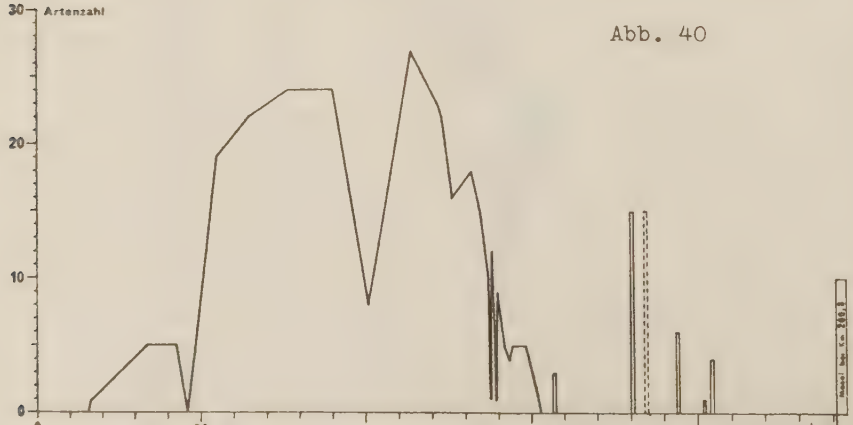


Abb. 40

Diese Reaktion von Organismen auf Belastungen des Vorfluters führen zu der biologischen Beurteilungsmethodik, die auf der Indikatoreigenschaft von einzelnen Arten oder ganzen Tier- und Pflanzengruppen beruht. Kennzeichnend für die Problematik der biologischen Methoden, die auf empirischen Ermittlungen der Bioindikatoren aufbauen, sind die Saprobiensysteme. Diese, seit den grundlegenden Arbeiten von LAUTERBORN (19o1, 19o3) und KOLKWITZ & MARSSON (19o8, 19o9) mehrfach revidierten und modifizierten, Systeme zeigen die Grenzen der Aussagefähigkeit von Bioindikatoren, deren ökologische Valenz nicht oder nur sehr wenig bekannt ist (ELSTER 1962, 1966; SCHWOERBEL 1966, 1971, 1974).
KNÖPP (1955), PANTLE & BUCK (1955), PANTLE (1956, 196o), SRAMEK-HUSEK (1956), BEER (1958, 1961), BANDT & ALBRECHT (1959) und ZELINKA & MARVAN (1961) versuchten durch mathematische Auswertmethoden die Aussagefähigkeit der Indikatorarten zu verbessern. Dabei wurden entweder Artenzahlen der oligo- und ß-mesosaproben Indikatoren gegen die a-mesosaproben und polysaproben Organismen aufgetragen und sogenannte Gütelangsschnitte erarbeitet (KNÖPP 1955; PANTLE & BUCK 1955) oder rechnerisch ermittelte Saprobitätsindices oder "saprobielle Valenzen" (ZELINKA & MARVAN 1961) zur Kennzeichnung der Wasserbeschaffenheit verwendet. Auch diesen verfeinerten Methoden kann wegen der Einbeziehung empirisch ermittelter Bioindikatoren keine bessere Aussagefähigkeit zugebilligt werden. Während KOLKWITZ & MARSSON (19o8, 19o9), THOMAS (1944), LIEBMANN (1947, 1951, 1962), KNÖPP (1955), PANTLE (1955), PANTLE & BUCK (1955), PANTLE (1958, 196o und FJERDINGSTAD (1964, 1965) lediglich die Artenzahlen der Bioindikatoren verwenden, arbeiten SRAMEK-HUSEK (1956), BEER (1958, 1961), DITTMAR (1959), ZELINKA & MARVAN & KUBICEK (1959), ZELINKA & MARVAN (1961) mit quantitativen

Erfassungsmethoden und beziehen die Abundanzstrukturen der Indikatorarten in die Beurteilung der Gewässergüte mit ein. ZELINKA & MARVAN ermitteln dabei als einzige absolute Individuenzahlen pro Flächeneinheit, während alle anderen Autoren Abundanzklassen nach Schätzung der Individuendichte erstellen, vergleichbar mit der pflanzensoziologischen Aufnahmemethodik (BRAUN-BLANQUET 1964),(vgl. MAUCH 1963, ANT 1967 a, 1967 b, 1972). Die Kritik an der Aussagefähigkeit der Saprobiensysteme beruht einerseits auf der Verwendung empirisch ermittelter Indikatoren, deren ökologische Valenz nicht hinreichend bekannt ist und auf der mangelnden Kenntnis der Selbstreinigungsvorgänge und der Bedeutung einzelner Arten innerhalb dieses Stoffumsatzes (vgl. OVERBECK 1972, 1974), andererseits sind die einzelnen Saprobiensysteme nur in den Gewässern gültig, in denen sie aufgestellt wurden, wie die Revisionen zeigen (LIEBMANN 1947, 1962; CASPERS & SCHULZ 196o; ELSTER 1962, 1966; ZELINKA & MARVAN 1966; SCHWOERBEL 1966, 1971, 1974).
Trotz aller Vorbehalte und Einschränkungen bleibt die Bedeutung der biologischen Methodik als Ergänzung und Verdeutlichung physikalisch-chemischer Untersuchungen unbestritten (ELSTER 1962, LIEBMANN 1962; SCHWOERBEL 1966, HILDENBRAND 1974). Der Weg zu einer gesicherten Aussage mit Hilfe von Bioindikatoren kann aber nur über Untersuchungen der ökologischen Valenzen limnischer Organismen führen.

Eine Möglichkeit, die Veränderungen der Biocoenosen durch Belastungen des Vorfluters aufzuzeigen, ohne "unsichere" Bioindikatoren zu verwenden, ist die Angabe des Artenfehlbetrages nach KOTHE (1962). Diese Methodik bewertet die Abnahme der Artenzahl einer oder mehrerer Tier- und Pflanzengruppen bei zunehmender Belastung. So wird die Artenzahl der Populationen im Vergleich zu unbelasteten Stellen im Gewässer ein Maß für

die Beeinflussung der Biocoenosen im Belastungsabschnitt (vgl. dazu Abb. 4o).
Der Vorteil dieser Beurteilungsmethode liegt darin, daß auf die Verwendung von Indikatorarten verzichtet werden kann. Als Nachteil ist im wesentlichen die Schwierigkeit der Auswahl geeigneter Organismengruppen zu nennen, besonders bei der Betrachtung hydrographisch unterschiedlicher Flußabschnitte. Die Abgrenzung des Einflusses der Hydrographie und der Belastungsfaktoren ist auch bei der Gewässerbeurteilung durch Saprobiensysteme schwierig, da z.B. mit stärkerer Strömung die Gewässergüte besser bewertet wird als bei langsam fließenden oder stehenden Gewässern. (AMBÜHL 1959, 1962; WUHRMANN, EICHENBERGER, KRÄHENHÜBEL & RUCHTI 1966; ZIMMERMANN 1961). Die Kritik an der Artenfehlbetrag-Methode bemängelt die vergleichsweise geringe Aussagefähigkeit im Verhältnis zu anderen biologischen Bewertungen der Wassergüte (ELSTER 1966).
Eine Erweiterung der Angabe des Artenfehlbetrages durch die Berücksichtigung der Abundanzverhältnisse innerhalb der betrachteten Organismengruppe kann, wie die vorliegende Arbeit zeigt, zu einer wesentlich genaueren Aussage über die Auswirkungen von Belastungen auf Populationen führen.
Die beiden Kriterien, Artenzahl und Abundanzstruktur, werden in ökologischen Fragestellungen in verschiedener Weise zur Charakterisierung von Biocoenosen verwendet. Dieser Weg wurde im Ansatz auch im limnischen Bereich beschritten, nur führte er in Richtung auf eine Verbesserung der Aussagekraft empirisch ermittelter Bioindikatoren und verlor damit seine allgemeine Bedeutung. (THIENEMANN (1918, 192o) verdeutlicht die Aussagefähigkeit dieser beiden Kriterien zur Charakterisierung des Zustandes von Biocoenosen und der sie umgebenden abiotischen Faktoren.

Eine gleichwertige Einbeziehung von Artenzahl und Abundanzstruktur in eine bewertende Aussage über Populationen ist durch die Angabe der Diversität gegeben (LLOYD & GHELHARDI 1964; WHITTAKER 197o; KREBS 1972; WILSON & BOSSERT 1973; BEZZEL & REICHHOLF 1974). Die Diversität oder Artenmannigfaltigkeit (WILSON & BOSSERT 1973) ist das Maß für die Entropie eines biologischen Systems. Dieser aus der Thermodynamik und Informatorik stammende Begriff wurde sinngemäß von MARGALEFF (1958) auf biologische Systeme übertragen. Die Diversität ist demnach die Unsicherheit, mit der in einer aus mehreren Arten bestehenden Population ein zufällig herausgegriffenes Individuum zu einer bestimmten Art gehört (WILSON & BOSSERT 1973). Diese Unsicherheit wächst mit zunehmender Artenzahl und mit der Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten. Danach kann umgekehrt die Diversität einer Population sowohl von der Artenzahl als auch von der Gleichmäßigkeit der Abundanzstruktur beurteilt werden. Letztere, in der englischsprachigen Literatur als "evenness" bezeichnete oder von BEZZEL & REICHHOLF (1974) "Ausbildungsgrad der Diversität" genannte, Größe, hat ihr Maximum dann, wenn alle Arten gleichviele Individuen besitzen. Die Höhe der Diversität hängt dann allein von der Artenzahl ab. Dieser Zustand wird in der Natur zwar nie erreicht, kann aber im Vergleich zum vorhandenen Diversitätsgrad die Dominanz- und Abundanzstruktur von Populationen verdeutlichen (PIELOU 1966 b, 1966 c, 1969; KREBS 1972; GLIME & CLEMONS 1972; HILL 1973; NAGEL 1975).

Die am häufigsten verwendete Formel zur Berechnung der Diversität ist die SHANNON-WIENER-Formel (SHANNON 1948; WIENER 1948; PIELOU 1969; KREBS 1972; WILSON & BOSSERT 1973; BEZZEL & REICHHOLF 1974; NAGEL 1975).

Theoretische Ableitungen und die Anwendung der Formel für ökologische Fragestellungen sind bei SHANNON & WEAVER (1949), MACARTHUR (1955, 1965), MARGALEFF (1958), MACARTHUR & MACARTHUR (1961), McINTOSH (1967), MARGALEFF (1968, 1969), PIELOU (1969), HURLBERT (1971), TRIBUS & MACIRVINE (1971), KREBS (1972), PIELOU (1972), STUGREN (1972) und NAGEL (1975) diskutiert.

Die Formel lautet:

$$H = \sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Es bedeuten:

H: Diversität oder Mannigfaltigkeit der Population
S: Anzahl der vorhandenen Arten
p_i: relative Abundanz der i-ten Art

Über die Verwendung des Logarithmus besteht keine Einigkeit (PIELOU 1969, WILSON & BOSSERT 1973). Bei der Berechnung biologischer Systeme wird am häufigsten der Logarithmus naturalis verwendet (vgl. NAGEL 1975).

Der Ausbildungsgrad der Diversität (BEZZEL & REICHHOLF 1974) oder species evenness (KREBS 1972) wird durch den Quotient

$$J = H/H_{max}$$

ermittelt.
Dabei gilt: $H_{max} = \ln n$ n: Artenzahl der Population
Die Herleitung der Beziehung $H_{max} = \ln n$ ist bei RENYI (1961) aufgeführt (zitiert nach NAGEL 1975).

Zur Berechnung der Diversität einer Population genügt die quantitative Erfassung eines repräsentativen Ausschnittes, wenn die für statistische Methoden geltende Mindestmenge nicht unterschritten wird (PIELOU 1966 a, 1966 b, 1966 c). Das bedeutet für die vorliegende Untersuchung, daß mit der Sammelmethode des "bottom sampling" geeignete Voraussetzungen für eine Diversitätsbestimmung gegeben sind. Wie in der Beschreibung der Methode erwähnt, waren die Verhältnisse des Saarabschnittes zwischen Güdingen und Völklingen für eine derartige Aufnahme geeignet.
Die Berechnung der Diversität der Saarmollusken nach der SHANNON-WIENER-Formel basiert auf den Individuenzahlen der vollständigen Besammlung eines Quadratmeters an den einzelnen Fundorten. Die Auswahl dieser Substratfläche erfolgte so, daß die allgemeine Charakteristik der Untersuchungsstelle möglichst genau repräsentiert wird. Wegen der gleichmäßigen Uferbeschaffenheit (vgl. Methode) konnte die Bearbeitung auf diesen Uferausschnitt beschränkt werden.
In der folgenden Tabelle sind für jeden Fundort zwischen Güdingen und Völklingen Artenzahl, Individuenzahl/m^2, H_S - Wert, H_{max} und $J = H/H_{max}$ angegeben.

Fundort	Artenzahl	Individuen/m^2	H_S - Wert	H_{max}	H_S/H_{max} = J
13	18	636	1,1722332	2,8904	0,4055608
14	15	279	1,8663225	2,7081	0,6891630
15	10	127	1,6929744	2,0794	0,8141648
16	1	15	0,0	0,0	nicht definiert
17	12	140	1,9642790	2,1972	0,8939918
18	12	184	1,5000405	2,3026	0,6514550
19	1	8	0,0	0,0	nicht definiert
20	9	85	1,5405774	1,9459	0,7917043
21	7	78	1,8254426	1,9459	o,9380968
22	6	70	1,5473621	1,7918	0,8635796
23	6	167	1,4740786	1,7918	0,8226803
24	5	100	1,3164554	1,6094	0,8179789
25	4	32	1,1178678	1,3863	0,8063678
26	5	84	1,2879108	1,6094	0,8002428
27	5	93	0,8850947	1,6094	0,5499532
28	2	15	0,5005922	0,6931	0,7222510

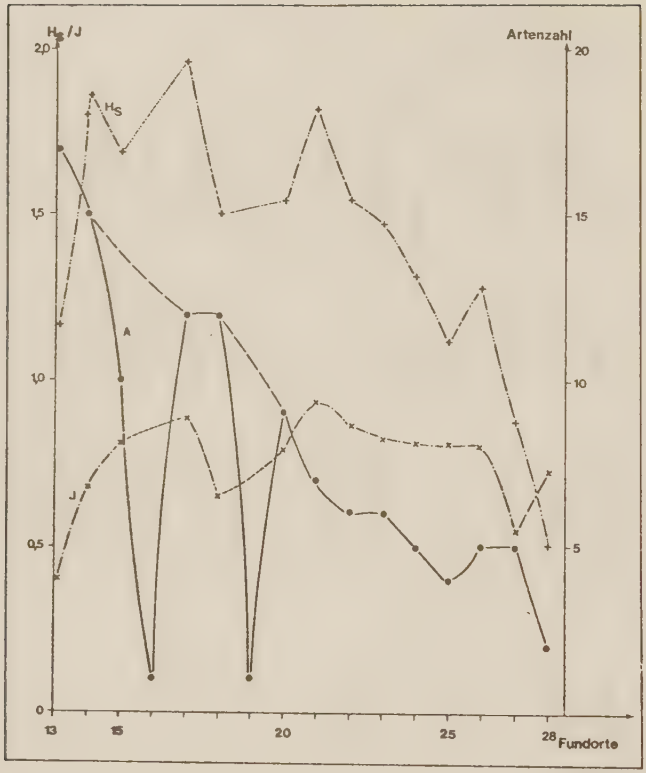
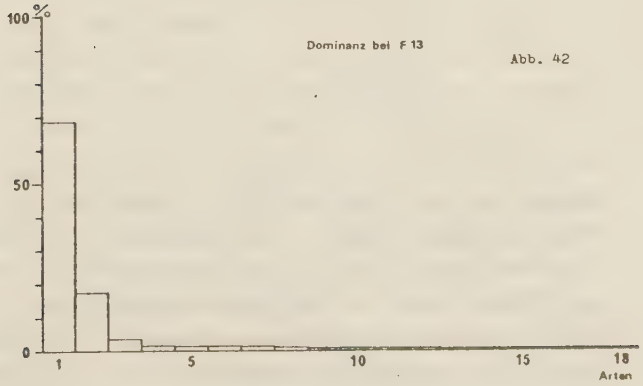


Abb. 41

Der allgemeine Kurvenverlauf von H_S-Wert, Artenzahl und J der Fundorte 13 - 28 (Abb. 41) wird durch die beiden Minima bei 16 und 19 gestört. An diesen Fundstellen kommt wegen des ungünstigen Substrats (Spundwände) nur Dreissena polymorpha vor. Nach Definition ist der H_S-Wert für Populationen, die nur aus einer Art bestehen, gleich 0 und der J-Wert nicht definiert.

Diese Sonderfälle bei 16 und 19, die lediglich zur Verdeutlichung der Abhängigkeit von Molluskenpopulationen vom Substrat in die Untersuchung aufgenommen wurden, sind deshalb für die Diskussion der Aussagefähigkeit von Diversität und Artenzahl für die Beschreibung der Populationsveränderungen im Zusammenhang mit der zunehmenden Saarbelastung ohne Bedeutung. Kennzeichen des Saarabschnittes bei Güdingen ist die hohe Artenzahl (17), verbunden mit einem relativ niedrigen H_s-Wert. Er entspricht etwa dem der Stelle 27. Wie die Untersuchungen der abiotischen Faktoren zeigen, bestehen zwischen diesen beiden Fundorten erhebliche Unterschiede im Belastungsgradienten. Das heißt, daß die Angabe des H-Wertes allein nicht ausreicht, um die Zusammenhänge zwischen Belastung und Veränderung von Populationen zu verdeutlichen. Die niedrige Diversität an Stelle 13 beruht, wie die J-Kurve zeigt, auf der geringen evenness oder anders formuliert, auf der steilen Dominanzkurve dieses Fundortes. Sie wird hervorgerufen durch die hohe Dominanz von Viviparus viviparus, mit 68 % aller Individuen (Abb. 42).



Dominanz bei F 13

Abb. 42

Diese Massenentwicklung könnte andererseits bei bekannter ökologischer Valenz dieser Art zu einer Beurteilung der Wasserqualität herangezogen werden, da nach THIENEMANN (1920) Massenentwicklung ein Zeichen für optimale Umweltbedingungen der betreffenden Art sind. So kann lediglich aus dieser Häufigkeit von Viviparus viviparus gefolgert werden, daß der Sauerstoffhaushalt bei Güdingen ausgeglichen sein muß, da nach Angaben von KINZELBACH (1972) diese Art gegen Sauerstoffmangel mit Konzentrationen unter 1 ppm sehr empfindlich ist.
Nach dem Prinzip des Artenfehlbetrages müßten hier die Milieubedingungen besser sein als an Stelle 27, wo nur noch 5 Arten vorkommen. Die Höhe der Diversität bei 27 ist, wie die Dominanzkurve zeigt, lediglich auf die gleichmäßige Verteilung der Individuen auf diese 5 Arten zurückzuführen (Abb. 43)

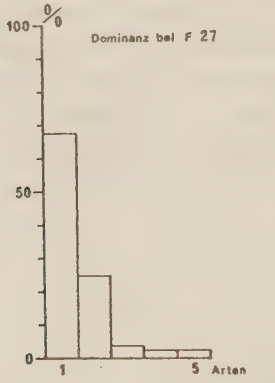


Abb. 43

Dieser Vergleich der beiden Fundorte unterstreicht die Bedeutung der Artenzahl für die Beurteilung der Populationsveränderungen in Abhängigkeit von Belastungen des Vorfluters. Das zeigt sich deutlich am Beispiel der oberen Saar, wo die Belastungsstrecken von Saarebourg und bei Herbitzheim, die durch die abiotischen Faktoren nachgewiesen wurden, an der Veränderung der Artenzahl sichtbar werden.

Ebenso wird die Erholung des Flusses an der Zunahme der Artenzahl deutlich, wie die Strecke Sarrebourg-Oberstinzel zeigt.
Die Schwäche dieser Methode liegt, wie oben ausgeführt, darin, daß die Abundanzstruktur nicht berücksichtigt wird. Dies zeigt sich auch im Bereich Saarbrücken - St. Arnual bis Saarbrücken Schleuse. Nach dem Prinzip des Artenfehlbetrages müßte in diesem Saarabschnitt eine zunehmende Belastung erfolgen, da die Artenzahl stetig abnimmt. Die Kurve der H_s-Werte erreicht hier ihre Maxima (1,7) und die gleichzeitig steigende J-Kurve zeigen eine zunehmende evenness der Molluskenpopulationen. Die Abnahme der Artenzahl ist hier verbunden mit einer ausgeglicheneren Abundanzstruktur.
Die im Stadtgebiet von Saarbrücken stark wechselnden Bedingungen, die durch Sauerstoff- und Temperaturlängsprofile und die Fundortbearbeitungen erfaßt wurden, spiegeln sich sehr deutlich in dem unruhigen Verlauf der H-Kurve und der unterschiedlichen Tendenz der Artenzahl- und J-Kurve. Je nach Lage des Fundortes und der einzelnen Einleiter ergeben sich andere Zusammensetzungen der Molluskenfauna. Daraus resultiert der unstetige Verlauf der Diversität, der den fliessenden Übergang von der Zone mit ausgeglichenem Sauerstoff- und Temperaturhaushalt bei Güdingen, die der ß-mesosaproben Stufe zugeordnet werden kann (nach LIEBMANN) und der a-mesosaproben Zone, von Burbach - Völklingen, mit stark wechselndem Sauerstoff und Temperaturwerten, wie sie im Jahresprofil und in den Längsprofilen sichtbar werden.
In diesem Abschnitt wird die Aussagefähigkeit der Beschreibung von Populationen nach beiden Parametern, Artenzahl und Diversität, unterstrichen.
Auf der folgenden Saarstrecke zwischen Schleuse Saarbrücken und Völklingen ergänzen sich Artenzahl und Diversität in ihrer Aussage über die zunehmende Verarmung der Molluskenfauna. Dabei zeigt der fast

waagerechte Verlauf der J-Kurve zwischen 23 und 26, daß die Abnahme des H-Wertes auf die sinkende Artenzahl zurückzuführen ist. Entscheidend für diesen Abschnitt ist die Übereinstimmung beider Werte, H und Artenzahlrückgang, mit den Ergebnissen der abiotischen Untersuchungen.

Die Bewertung der zunehmenden Belastung der Saar in ihrer Bedeutung für die Struktur der Molluskenpopulationen im Bereich Güdingen-Völklingen ist, nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, durch einen der beiden Parameter nicht ausreichend. Der Verlauf der Kurve bei Güdingen und im, durch wechselnde Bedingungen gekennzeichneten, Saarabschnitt Saarbrücken, zeigt die Schwierigkeiten,eine zutreffende Aussage über Veränderungen der Milieubedingungen mit Hilfe der Artenzahl und der Diversität einer Population zu machen.
Zusammen mit den Untersuchungsergebnissen abiotischer Faktoren, vor allem des Sauerstoff- und Temperaturhaushalts, können die divergierenden Werte von H und Artenzahl in ihrer Aussagefähigkeit gegeneinander abgewogen werden. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei dem Wert J zu, der eine Beurteilung der Abhängigkeit der Diversität von Artenzahl einerseits und hoher evenness andererseits ermöglicht.
Dieses Ergebnis wird durch die direkte Zuordnung der beiden Werte Artenzahl und H_s-Wert der einzelnen Fundorte verdeutlicht.

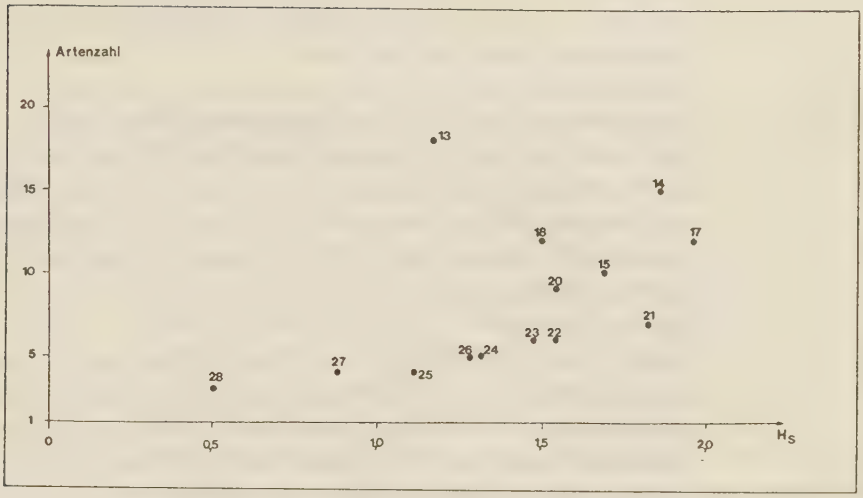


Abb. 44

Abb. 44

Die Kurve, Artenzahl und H_S-Werte (Abb. 44), ist in 2 Abschnitte unterteilt. Der linke Abschnitt mit niedrigen H-Werten und Artenzahlen reicht von Stelle 28 bis 24. Diese Kurvenstrecke ist durch eine fast lineare Anordnung der Fundorte gekennzeichnet. Lediglich Stelle 25 fällt aus der Reihenfolge heraus. Das Ufer dieser Fundstelle besteht aus gemauertem Uferdeckwerk, das die Entwicklung des Pflanzenwuchses erschwert. Die Auswirkung auf die Molluskenfauna wird durch die Lage in der Kurve deutlich. Die Anordnung der Fundorte zeigt die Übereinstimmung beider Werte, H_s und Artenzahl, im stark belasteten Abschnitt der Saar. Innerhalb dieser Belastungsstufen, zwischen a-mesosaprob und polysaprob scheint nach den vorliegenden

Ergebnissen eine Beurteilung des Einflusses von Milieuveränderungen auf Populationen durch den Vergleich der Artenzahl und der Diversität mit unbelasteten Stellen im Gewässer geeignet zu sein.
Im Gegensatz dazu sind die einzelnen Fundorte der rechten Kurvenhälfte als Punkteschwarm anzusehen. Hier wird aus der unregelmäßigen Verteilung deutlich, daß im Bereich Saarbrücken - St.Arnual bis unterhalb der Schleuse Saarbrücken kein einheitlicher Belastungsgradient vorhanden ist. Eine Ausnahme bildet auch hier der Fundort Güdingen, der außerhalb aller übrigen Stellen liegt.
Obwohl die Ergebnisse der biotischen und abiotischen Untersuchungen im Bereich der mittleren Saar deutliche Koinzidenzen und Zusammenhänge zwischen zunehmender Belastung und einer Verarmung der Molluskenfauna aufzeigen, wird die Frage nach der Kausalität nicht in vollem Umfange beantwortet. Der Weg zur Erhellung des Kausalitätsgefüges zwischen Belastungsfaktoren und Abbaustufen einerseits und den Biocoenosen andererseits, muß, wie oben deutlich wurde, über weitere experimentelle Untersuchungen der ökologischen Valenz und des Stellenwertes der im Gesamtgefüge des Stoffhaushaltes betrachteten Arten geklärt werden. Dieser Weg geht nach ELSTER (1966) im wesentlichen über drei Stationen, von denen die erste als Grundlage aller weiteren Schritte die Erfassung der gegenwärtigen Verhältnisse ist, die zweite die experimentelle Untersuchung und die letzte die Überprüfung der gewonnenen Erkenntnisse durch Freilandtests.
Innerhalb dieses Gefüges leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Kenntnis der gegenwärtigen Verbreitung von Mollusken und verdeutlicht am Beispiel der Saar die Auswirkungen anthropogener Belastung der Fließgewässer auf die Verbreitung, Ausbreitung und Zusammensetzung von Molluskenpopulationen und schafft damit Grundlagen für vergleichende Untersuchungen an der kanalisierten Saar.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit über die Bedeutung der Saarbelastung auf Molluskenpopulationen beruht auf den Ergebnissen der Saaruntersuchungen von 1971 bis 1974. Die Zusammenfassung der biotischen und abiotischen Faktoren zeigt die spezifische Belastungssituation der Saar. Die schwerwiegendste Veränderunge des Stoffhaushaltes und der Benthosbiocoenosen erfolgt im Ballungsgebiet der mittleren Saar zwischen Saargemünd und Ensdorf. Die wesentlichsten Belastungsfaktoren sind dabei die Abwasser- und Wärmeeingaben sowie hohe Schlammfrachten, die zum überwiegenden Teil aus der Rossel stammen. Die Häufung von Wärme- und Abwassereinleitern in diesem Abschnitt verändert den Sauerstoff- und Temperaturhaushalt so stark, daß bei pessimalen Bedingungen (Sommerhalbjahr) unterhalb von Völklingen Wassertemperaturen von über 4o^{o} und Sauerstoffwerte von 0,00 ppm auftreten. Zusammen mit den toxischen Substanzen aus ungenügend geklärten Abwässern der chemischen und kohleverarbeitenden Industrie führen diese Milieubedingungen zu einer Verödungszone von unterhalb der Rosselmündung bis zum Wehr Ensdorf.

Entscheidend für den Stoffhaushalt der unteren Saar ist das Kraftwerk Mettlach. Durch den Rückstau der Saar zwischen Merzig und Mettlach werden große Schlammengen abgelagert. Die hohe Sauerstoffzehrung dieses Materials, das zum größten Teil aus Kohleschlamm besteht.und die geringe Strömungsgeschwindigkeit des Flusses in diesem Stauabschnitt führen zu einer Belastung des Sauerstoffhaushaltes, der bei pessimalen Bedingungen fast loo %ige Sauerstoffdefizite aufweist. Bei extrem niedriger Was-

serführung oder bei hoher Insolation ist die Auswirkung der Wärmebelastung der mittleren Saar bis nach Mettlach nachweisbar.

Obwohl in der zwischen Ensdorf und Merzig liegenden Strecke eine allmähliche Besserung der Milieubedingungen, hervorgerufen durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit und die geringe Wassertiefe,zu erkennen ist, ist in diesem Bereich keine Makrobenthosfauna ausgebildet, mit Ausnahme einiger Tubifexkolonien vor Merzig. Die völlige Verschlammung des Flußbettes läßt keinen zusammenhängenden Wasserpflanzenwuchs zu. Lediglich im Anschluß an die Niedmündung und bei Besseringen tritt Potamogeton pectinatus vereinzelt auf. Dieser Saarabschnitt muß, wie die Strecken Völklingen-Ensdorf und Merzig-Mettlach, der polysaproben Zone zugeordnet werden, da die geringe Verbesserung der Milieubedingungen, so z.B. die langsame Abkühlung der Saar, verbunden mit einer Erholung des Sauerstoffhaushaltes, nur unbedeutende Auswirkungen auf die Biocoenosen hat. Die Wiederbesiedlung der Saar nach der Verödungszone beginnt bei Lisdorf mit dem Auftreten von Blau- und Grünalgen und Abwasserbakterien.

Eine deutliche Besserung des Gütebildes ist nach dem Wehr Mettlach festzustellen. Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit und die geringere Sauerstoffzehrung des weitgehend vom Schlamm befreiten Flusses, ist ein ausgeglichener, wenn auch noch erheblich belasteter Sauerstoffhaushalt vorhanden. Auswirkungen der Wärmebelastung sind in diesem Abschnitt nicht mehr nachweisbar. Die Verbesserung der Milieubedingungen wird durch die Entwicklung einer Ufervegetation verdeutlicht, die besonders im Staubereich bei Konz sehr stark entwickelt ist. Die Messungen der abiotischen

Faktoren und die Bewertung der Wasserpflanzenvegetation erlauben die Einstufung des Abschnittes Mettlach-Konz in die Güteklasse III. Hier ist, wie in Abbildung 45 dargestellt, zwischen dem polysaproben Substrat und der wegen des ausgeglichenen Sauerstoffhaushaltes besser beurteilten Freiwasserzone zu unterscheiden. Die Verschlammung verhindert in diesem Abschnitt ebenfalls die Ausbildung einer artenreichen Makrobenthosfauna; hier sind lediglich Tubificiden massenhaft vorhanden und unterstreichen dadurch den polysaproben Zustand des Benthals.

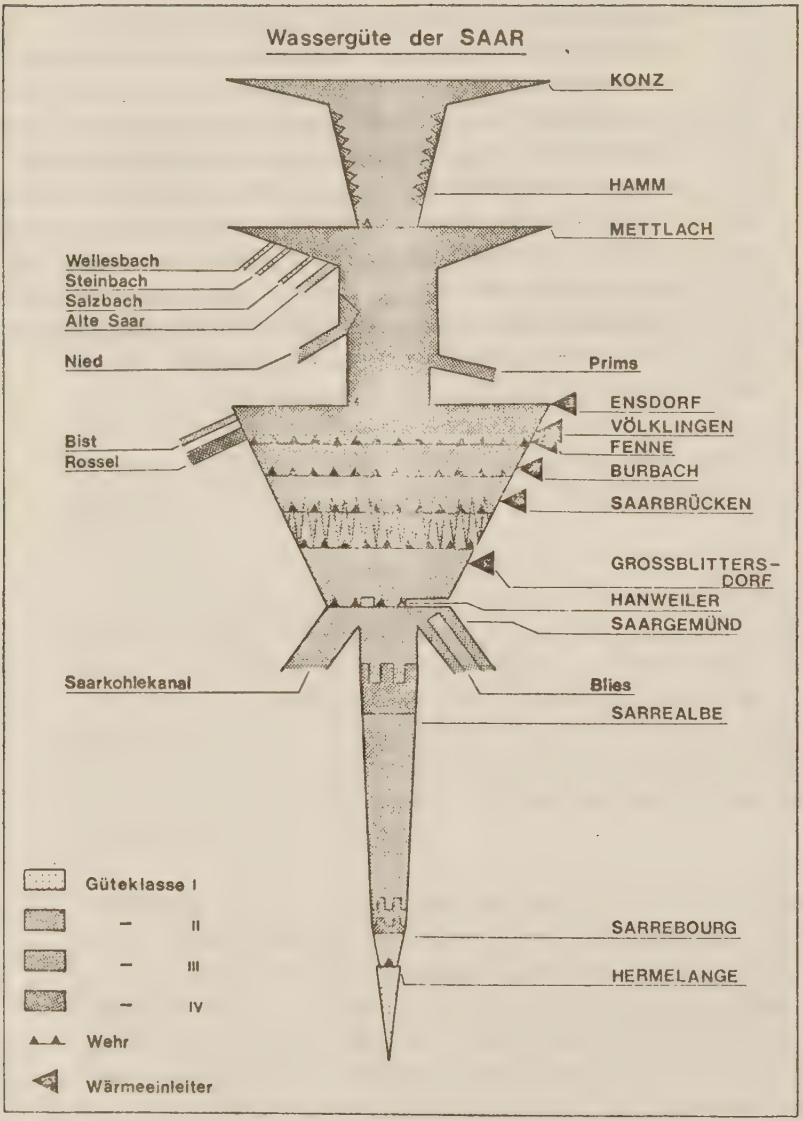
Im Oberlauf sind im wesentlichen zwei Belastungsschwerpunkte zu nennen. Der erste unmittelbar nach dem Zusammenfluß der beiden Quellflüsse Sarre Rouge und Sarre Blanche bei Sarrebourg. Die kommunalen Abwässer, die zum größten Teil aus gewerblichen Betrieben der Milchverarbeitung stammen, führen zu einer polysaproben Zone bei Hoff. Die hohe Selbstreinigungskapazität der Saar an dieser Stelle zeigt sich in der raschen Erholung um zwei Gütestufen auf einer wenige Kilometer langen Strecke. Bei Oberstinzel ist bereits wieder eine artenreiche Tier- und Pflanzengesellschaft vorhanden. Die eutrophierenden Einflüsse der abgebauten organischen Substanzen und die Düngegaben aus der Landwirtschaft, die durch Regenabflüsse in den Vorfluter gelangen, werden durch den hohen Deckungsgrad der Wasserpflanzenvegetation (6o%) deutlich.
Die zweite Verschlechterung der Wassergüte nach den Städten Sarre Albe und Sarre Union ist weniger schwerwiegend. Die Untersuchungsergebnisse zeigen den a-mesosaproben Zustand der Saar bei Herbitzheim. An dieser Strecke schließt sich der Saarabschnitt mit der artenreichsten Molluskenfauna (vgl. F 9, 1o, 11). an.

Die zunehmende Belastung, verbunden mit der Uferveränderung der hier kanalisierten Saar, bedingt die Verarmung der Molluskenpopulationen zwischen Saargemünd und Völklingen. Die Untersuchungen zeigen, daß in der Übergangszone von der ß-mesosaproben Stufe zur a-mesosaproben Zone, die zwischen Güdingen und Burbach ausgebildet ist, wechselnde Bedingungen herrschen, die durch die unterschiedliche Struktur der Molluskenfauna der Fundorte im Stadtgebiet von Saarbrücken verdeutlicht werden. Die Verbreitungsgrenze der Saarmollusken bildet die Verödungszone im Anschluß an die Rosselmündung. Der gesamte unterhalb liegende Saarlauf, mit Ausnahme des Totarms bei Besseringen, wird nicht von Mollusken besiedelt. Auch die Populationen der Nebenflüsse führen zu keiner Wiederbesiedlung, da die Tiere, sobald sie in die Saar gelangen, absterben.

Neben der Arealregression im Vergleich zur Verbreitung zu Beginn des 2o. Jahrhunderts, als Mollusken die gesamte Saar besiedelten, verursacht die Saarbelastung eine Ausbreitungsbarriere für Einwanderer von der Mosel her. Wie am Beispiel von Physa acuta und Potamopyrgus jenkinsi gezeigt, können Süßwasserorganismen nur noch über das französische Kanalsystem in die Saar gelangen.

Innerhalb ihres Areals sind die Molluskenpopulationen in der Saar wechselnden Bedingungen ausgesetzt. Die Koinzidenzen zwischen unterschiedlichen Belastungsintensitäten und Veränderungen der Benthosbiocoenosen werden am Beispiel der Mollusken besonders deutlich. Dabei kennzeichnen sowohl Artenspektrum als auch Abundanzverhältnisse die wechselnden Milieubedingungen. Dabei ist hervorzuheben, daß die Beurteilung der Belastungssituation aufgrund chemisch-physikalischer

Untersuchungen einerseits und aus der Diversität der Molluskenpopulationen andererseits in dem stärker belasteten Abschnitt Saarbrücken - Burbach bis Wehr Völklingen völlig übereinstimmen. Trotz dieser Zusammenhänge zwischen Belastung und Veränderung von Biocoenosen kann das Kausalitätsgefüge nur aufgezeigt werden. Die Beantwortung des kausalen Zusammenhangs zwischen einzelnen Belastungsfaktoren und Reaktionen der Organismen muß über Untersuchungen der ökologischen Valenz und des Stellenwertes jeder Art im gesamten Stoffumsatz erfolgen.


Wassergüte der SAAR
KONZ
HAMM
METTLACH
Wellesbach
Steinbach
Salzbach
Alte Saar
Nied
Prims
ENSDORF
VÖLKLINGEN
FENNE
BURBACH
SAARBRÜCKEN
Bist
Rossel
GROSSBLITTERS-
DORF
HANWEILER
SAARGEMÜND
Saarkohlekanal
Blies
SARREALBE
SARREBOURG
HERMELANGE
Güteklasse I
– II
– III
– IV
Wehr
Wärmeeinleiter

6. LITERATUR

ADAM,W.(1938): Note sur les Gastéropodes.
VII Sur la répartition de Lithoglyphus naticoides(PFEIFFER 1828) en Belgique.
Bull.Mus.R.Hist.nat.Belg. 14: 4pp.

- (1942): Note sur les Gastéropodes.
XI Sur la répartition et la biologie de Hydrobia jenkinsi SMITH en Belgique.
Bull.Mus.R.Hist.nat.Belg. 18: 1-8.

ALBRECHT,M.-L.(1952): Die Plane und andere Fläming-bäche.
Z.Fischerei N.F. 1: 389-476.

- (1959): Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna fließender Gewässer.
Z.Fischerei N.F. 8: 481-550.

- (1961): Ein Vergleich quantitativer Methoden zur Untersuchung der Makrofauna fließender Gewässer.
Verh.int.Ver.Limnol. 14: 486-490.

ALLANSON,B.R. & KERRICH,J.E.(1961): A statistical method for estimating the number of animals found in field samples drawn from polluted river.
Verh.int.Ver.Limnol. 14: 491-494.

ALM,G.(1922): Über die Prinzipien der quantitativen Bodenfaunistik und ihre Bedeutung für die Fischerei.
Verh.int.Ver.Limnol. 1: 168-180.

ALM,G.(1924): Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna und -flora in ihrer Bedeutung für die theoretische und angewandte Limnologie.
Verh.int.Ver.Limnol. 2: 1-12.

ALTNÖDER,K.(1926): Beobachtungen über die Biologie von Margaritifera margaritifera und die Ökologie ihres Wohnortes.
Arch.Hydrobiol. 17: 423-491.

AMBÜHL,H.(1959): Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor.
Schweiz.Z.Hydrol. 21: 133-264.

- (1966): Der Einfluß chemischer Düngung auf stehende Oberflächengewässer.
Gas- und Wasserfach 107: 357-363.

Amt für Wasserwirtschaft und Abwasserbeseitigung(1972): Abwasserlastplan der Saar

ANDERSON,R.O.(1959): A modified technique for sorting bottom sampler fauna.
Limnol.Oceanogr. 4: 223-225.

ANT,H.(1956): Die Schnecken und Muscheln der Umgebung von Hamm.
Natur und Heimat 16: 88-98.

- (1966): Die Benthos Biozönosen der Lippe.
Ministerium für Ernährung,Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen.
Düsseldorf.
- (1967 a): Korrelierte Artengruppen und Mosaikkomplexe im Bereich des Fließwasserbenthos.
Schriftenr.f.Vegetationskunde 2: 193-204.

ANT,H.(1967 b): Die aquatische Uferfauna der Lippe. Abb.Landesmus.Naturkde. 29: 1-24.

- (1968): Beobachtungen an Muscheln aus dem Möhnesee und anderen stehenden Gewässern Westfalens. Naturkunde in Westfalen 4: 27-35.

- (1972): Hinweise für hydrobiologische Untersuchungen.Hamm.

Arbeitsgemeinschaft UMWELT Mainz(1972): Bestandsrückgang der Schneckenfauna des Rheins zwischen Straßburg und Koblenz. Natur und Museum 102: 197-206.

AUERBACH,M.(1953): Ein quantitativer Bodengreifer. Beitr.naturkundl.Forsch.SW-Deutschl. 12: 17-23.

BACKHAUS,D.(1967): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. I. Voruntersuchungen. Arch.Hydrobiol.Suppl. 30: 364-399.

- (1968): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II-IV. Arch.Hydrobiol.Suppl. 34: 24-73,130-149, 251-320.

- (1974): Fließwasseralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. Verh.Ges.Ökologie,Saarbrücken 1973: 149-168.

BADCOCK,R,M.(1953): Comparative studies in the populations of streams.
Rep.Freshwater Res. Drottningholm 35: 38-50.

BALOGH,J.(1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere.
Berlin.

BANDT,H.J.(1946): Über verstärkte Schadwirkung auf Fische,insbesondere über erhöhte Giftwirkung durch Kombination von Abwassergiften.
Beitr.Wasser-,Abwasser- und Fischereichemie Flussuntersuchungsamt Magdeburg 1: 15-23.

BANDT,H.J. & ALBRECHT,M.-L.(1959):
Der bisherige Status von Chemismus und Biologie in der Spree.
Wasserwirtschaft,Wassertechnik 9.

BAUER,H.J.(1971): Landschaftökologische Bewertung von Fließgewässern - Ein Beitrag gegen Ausbau und Regulierung.
Natur und Landschaft 46: 277.

BAYES,J.C. & ANSELL,A.D.(1964):
A simple automatic bottom water sampler for shore use.
Limnol.Oceanogr. 9: 600-601.

BEAK,T.W.(1938): Methods of making and sorting collections for an ecological study of a stream.
Avon Biolog.Res.,Ann.Rep. 1936-1937: 42-46.

BECK,W.M.(1954): Studies in stream pollution. Biology I: A simplificied ecological classification of organisms. Quart.J.Fla.Acad.Sci. 17: 4

BEER,W.D.(1958 a): Untersuchungen über die toxische Wirkung von Phenolen und phenolhaltigen Industrieabgängen auf Wasser- und Landorganismen. Wiss.Zschr.Karl-Marx-Univ.Leipzig 8: 67-96.

- (1958 b): Zur Problematik des biologischen Gütelängsschnittes von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel der Weißen Elster. Wasserwirtschaft Wassertechnik 8: 195-199.

- (1961): Methodologische Untersuchungen zur biologischen Fließgewässeranalyse. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 46: 5-17.

- (1962): Zur Methodik und Problematik des biologischen Flußgütelängsschnittes. Wiss.Zschr.Karl-Marx-Univ.Leipzig 11: 143-148.

- (1964): Organismen als Anzeiger der Wassergüte und das Saprobiensystem. Wiss.Zschr.Karl-Marx-Univ.Leipzig 13: 25-30.

BEHNING,A.(1928): Das Leben der Wolga. Zugleich eine Einführung in die Flußbiologie. Die Binnengewässer 5.Stuttgart.

BENISCH,J.(1957): Einige Beobachtungen und Erfahrungen auf dem Gebiet der praktischen Abwasserbiologi Z.Fischerei N.F. 6: 159-170.

BERG,K.(1948): Biological studies on the river Susaa.
Fol.Limnol.Scand. 4: 1-318.

BEZZEL,E. & REICHHOLF,J.(1974):
Die Diversität als Kriterium zur Bewertung der Reichhaltigkeit von Wasservögel-Lebensräumen.
J.Orn. 115: 50-61.

BICK,H.(1957): Beiträge zur Ökologie einiger Ciliaten des Saprobiensystems.
Vom Wasser 24: 224-246.

- (1960): Ökologische Untersuchungen an Ciliaten und anderen Organismen aus verunreinigten Gewässern.
Arch.Hydrobiol. 56: 378-394.

- (1962): A Review of European Methods for the Biological Estimation of Water Pollution Levels.
WHO/EBL 4: 1-27.

- (1963): A review of Central European methods for the biological estimation of water pollution levels.
Bull.WHO 29: 401-413.

- (1964): Die Sukzession der Organismen bei der Selbstreinigung von organisch verunreinigtem Wasser unter verschiedenen Milieubedingungen.-Modellversuch unter besonderer Berücksichtigung der Ciliaten.
Düsseldorf

BITTMANN,E.(1957): Untersuchungen über die Ufervegetation der Mosel von Perl bis Koblenz.
Dtsch.Gewässerk.Mitt. 1: 102-106.

BOETTGER,C.R.(1912): Die Molluskenfauna der Rheinprovinz.
Arch.Naturgesch.(A)78: 149-316.

BOURNAUD,M.(1963): Le courant,facteur écologique et éthologique de la vie aquatique.
Hydrobiologica 21:125-176.

BRAUN-BLANQUET,J.(1928): Pflanzensoziologie.
Berlin. 3.Auflage Wien und New York 1964.

BREHM,V.(1932): Über die tiergeographische Valenz der Speziesmerkmale.
Zoogeographica 1: 54-62.

- (1943): Das Disjunktionsproblem und die Süßwasserfauna.
Arch.Hydrobiol. 40: 589-614.

BREITIG,G.(1961): Vorschlag zu einer Einheitsmethodik zur biologischen Untersuchung von Fließgewässern.
Mitt.Inst.Wasserwirtschaft 12: 99-118.

BRESSLAU,E.(1926): Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Hydrobiologie.
Verh.int.Ver.Limnol. 3: 56-108.

BRINGMANN,G.(1970): Mikrobiologie des Wassers.
Handbuch der Lebensmittelchemie 8: 119-162.
Heidelberg.

BRINGMANN,G. & KÜHN,R.(1956):
Der Algentiter als Maßstab der Eutrophierung von Wasser und Schlamm.
Ges.Ing. 77: 374-381.

- (1958 a): Veränderungen der Eutrophierung und Bio-Produktion,gemessen am Biomassentiter von Testalgen.
Ges.Ing. 79: 50-54.

- (1958 b): Der Biomassentiter von Spaltpilzen als Maßstab der Belastung des Wassers durch nicht mineralisierten Stickstoff.
Ges.Ing. 79: 329-333.

- (1959 a): Vergleichende wassertoxikologische Untersuchungen an Bakterien,Algen und Kleinkrebsen.
Ges.Ing. 80: 115-120.

- (1959 b): Wassertoxikologische Untersuchungen mit Protozoen als Testorganismen.
Ges.Ing. 80: 239-242.

- (1960 a): Zum wassertoxikologischen Nachweis von Insektiziden.
Ges.Ing. 81:243-244.

- (1960 b): Vergleichende toxikologische Befunde an Wasserbakterien.
Ges.Ing. 81: 337-339.

- (1962): Biomassentiter und Saprobien- eine hydrobiologische Vergleichsanalyse an Niederrhein,Fulda und Havel.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 47: 123-145.

BRINGMANN,G. & KÜHN,R.(1965):
Biologische Entphenolung,Nitrifikation und Denitrifikation von sulfidreichem Kokereiabwasser(Gaswasser).
Ges.Ing. 86: 276-279.

- (1967): Denitrifikation von kommunalem Abwasser unter Einsatz des gesamten BSB.
Ges.Ing. 88: 377-379.

BRINGMANN,G., KÜHN,R. & LÜDEMANN,D.(1962):
Bedeutung und Zielsetzung biologischer Wasseruntersuchungen.
Gas- und Wasserfach 103: 1127-1132,1232-1236.

BROCKMEIER,W.(1896): Beiträge zur Biologie unserer Süßwassermollusken.
Plöner Forschungsberichte 4: 248-262.

BROHMER,P., EHRMANN,P. & ULMER,G.(1956):
Die Tierwelt Mitteleuropas. Bd. II
Lief. 1 Leipzig.

BUCK,H.(1956): Zur Verbreitung einiger Gruppen niederer Süßwassertiere in Fließgewässern Nordwürttembergs.
Jh.Ver.Naturk.Württemberg 111: 153-173.

- (1959): Biologische Güteuntersuchungen der Fließgewässer Nordwürttembergs.
Stuttgart 1959.

BUCKSTEEG,W.(1961): Teste zur Beurteilung von Abwässern.
Städtehygiene 9: 180-184.

BUCKSTEEG,W.(1970): Charakteristik und Behandlung des Abwassers.
Handbuch der Lebensmittelchemie 8: 486-557.

BUCKSTEEG,W. & DIETZ,F.(1957):
Über Phenole und phenolverwandte Stoffe.
Vom Wasser 24: 282-293.

BUCKSTEEG,W. & THIELE,H.(1959):
Die Beurteilung von Abwasser und Schlamm mittels TTC (2,3,5 - Triphenylzoliumchlorid).
Gas- und Wasserfach 100: 916-920.

BÜTTNER,K.(1922): Die jetzige Verbreitung von Physa acuta DRAP.
AfM 54: 40-42.

BURBANEK,W.D. & ALLEN,J.M.(1947):
A simple method of collecting small sessil freshwater forms.
Turtox News 25: 241-243.

CARTELLIERI,W.(1930): Die Elekrizitätswirtschaft im Saargebiet.
Saarwirtschaftszeitung 35: 227-228.

- (1931): Die Elekrizitätswirtschaft im Saargebiet.
Saarfreund 12: 59-60.

CASPERS,H.(1948): Ökologische Untersuchungen über die Wattentierwelt im Elbe Aestuar.
Verh.Dtsch.Zool.,Kiel: 350-359.

- (1951): Bodengreiferuntersuchungen über die Tierwelt in der Fahrrinne der Unterelbe und im Vormündungsgebiet der Nordsee.
Verh.Dtsch.Zool.Ges. Wilhelmshaven: 404-418.

CASPERS,H.(1953): Die Bodentierwelt und Biologie des Hamburger Alsterbeckens und der Stadtkanäle(Quantitative Untersuchungen zur Kennzeichnung eines Stadtsees). Mitt.Hamb.Zool.Mus.u.Inst. 52: 9-60.

- (1954 a): Biologische Untersuchungen über die Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee. Mitt.Geol.Staatsinst. Hamburg 23: 78-85.

- (1954 b): Die Biologie von Elbe und Alster. Gas- und Wasserfach 95: 1-6.

- (1955): Limnologie des Elbeaestuars. Verh.int.Ver.Limnol. 12: 613-619.

(1957): Biologische Untersuchungen im Hamburger Hafen. Der Fischwirt 11: 1-6.

- (1958): Biologie der Brackwasserzonen im Elbeaestuar. Verh.int.Ver.Limnol. 13: 687-698.

- (1962): Die Bestimmung der Sedimentaktivität. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 47: 581-586.

- (1964): Characteristics of hypertrophic lakes and canals in cities. Verh.int.Ver.Limnol. 15: 631-638.

- (1966): Stoffwechseldynamische Gesichtspunkte zur Definition der Saprobitätsstufen. Verh.int.Ver.Limnol. 16: 801-808.

CASPERS,H. & KARBE,L.(1966):
Trophie und Saprobität als stoffwechseldynamischer Komplex für die Definition der Saprobitätsstufen.
Arch.Hydrobiol. 61: 453-470.

CASPERS,H. & MANN,H.(1961):
Bodenfauna und Fischbestand in der Hamburger Alster. Ein quantitativ - ökologischer Vergleich in einem Stadtgewässer.
Abh.u.Verh.Naturwiss.Ver.Hamburg N.F. 5: 89-110.

CASPERS,H. & SCHULZ,H.(1960):
Studien zur Wertung der Saprobiensysteme. Erfahrungen an einem Stadtkanal Hamburgs.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 45: 535-565.

- (1962): Weitere Unterlagen zur Prüfung der Saprobiensysteme.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 47: 100-117.

- (1964): Die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. Beitrag zur Diskussion der Gütewertung.
Arch.Hydrobiol. 60: 53-88.

COFFMANN,W.P., CUMMINS,K.W. & WUYCHECK,J.C.(1971):
Energy flow in a woodland stream ecosystem. I. Tissue support trophic structure of the autumnal community.
Arch.Hydrobiol. 68: 232-276.

CROSSLAND,N.O.(1962): A mud - sampling technique for the study of ecology of aquatic snails, and its use in the waluation of efficacy of molluscicides in fiels trials.
Bull.Wld.Hlth.Org. 27: 125-133.

CUSHING,C.E.(1964): An apparatus for sampling drifting organisms in streams. J.Wildlife Management 28: 592-594.

DE LATTIN,G.(1967): Grundriss der Zoogeographie. Stuttgart.

DECKSBACH,N.(1935): Dreissena polymorpha,Verbreitung im europäischen Teil der USSR und die sie bedingenden Faktoren. Verh.int.Ver.Limnol. 7: 432-438.

DEGNER,E.(1924): Altes und Neues zur Molluskenfauna der Halligen. Schrift.Süßwasser- u. Meereskunde 2: 297-300.

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung(1960). 3. Aufl. Weinheim/Bergstraße.

Deutscher Planungsatlas,Band Saarland. Herausgegeben vom Minister des Inneren, 2. Lieferung,1971.

DEWES,E.(1968): Die Verschmutzung der Rossel und ihre Auswirkungen auf die Saar bis zum Jahre 1967. Schriftenreihe herausgeg. vom Minister für Arbeit, Sozialordnung und Gesundheitswesen des Saarlandes, 2: 23-32.

DITTMAR,H.(1955): Ein Sauerlandbach. Untersuchungen an einem Wiesen - Mittelgebirgsbach. Arch.Hydrobiol. 50: 307-544.

DITTMAR,H.(1959): Reicht das bisherige Saprobiensystem für die Gütebeurteilung eines Gewässers aus?
Forschung und Beratung,Reihe A, 8:263-265.

DU RIETZ,G.(1930): Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage.
Handb.biol.Arbeitsmeth. 11: 293-480.

DURANDIN,P.(1929): Notes géographiques et économiques sur le Territoire de la Sarre.
Geographie 52: 185-202.

DUSSART,B.(1966): Limnologie.
Paris

EBELING,G.(1957): Über die Wasserbeschaffenheit eines kanalisierten Flußlaufes; gezeigt am Neckar auf der Strecke von oberhalb Heilbronn bis Freudenheim.
Vom Wasser 24: 247-281.

ECKEL,O. & REUTER,H.(1950):
Zur Berechnung des sommerlichen Wärmeumsatzes in Flußläufen.
Geogr.Ann. 1950: 188-209.

ECKOLDT,M.(1959): Über den Einfluß der Kanalisierung eines Flusses auf die Wassergüte.
Wasserwirtschaft 49: 57-62.

EDWARDS,R.W. & OWENS,M.(1962):
The effects of plants on river conditions.
J.Ecol. 50: 207-220.

EICHENBERGER,E. & WUHRMANN,K.(1966):
Über jahreszeitliche Veränderungen der Besiedlungsdichte in Modellfließgewässern mit verschiedener Abwasserbelastung.
Verh.int.Ver.Limnol. 16: 888-896.

EIDEL,K.(1933): Beiträge zur Biologie einiger Bäche des Schwarzwaldes.
Arch.Hydrobiol. 25: 543-615.

EINSELE,W.(1941): Die Umsetzung von zugeführtem anorganischem Phosphat im eutrophen See und ihre Rückwirkung auf seinen Gesamthaushalt.
Z.Fischerei 39: 407-488.

ELSTER,H.J.(1933): Eine Schlittendredge.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 29: 290-292.

- (1955): Limnologische Untersuchungen im Hypolimnion verschiedener Seetypen.
Mem.Ist.Ital.Idrobiol.Suppl. 8: 83-119.

- (1958): Das limnologische Seetypensystem, Rückblick und Ausblick.
Verh.int.Ver.Limnol. 13: 101-120.

- (1961): Einige Bemerkungen zur Methodik der Limnologie.
Verh.int.Ver.Limnol. 14: 1115-1118.

- (1962): Seetypen,Fließgewässertypen und Saprobiensysteme.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 47: 211-218.

- (1963): Die Stoffwechseldynamik der Binnengewässer.
Zool.Anz.Suppl. 27: 335-387.

ELSTER,H.J.(1966): Über die limnologischen Grundlagen der biologischen Gewässerbeurteilung in Mitteleuropa.
Verh.int.Ver.Limnol. 16: 759-785.

- (1968): Was ist "Limnologie" ?
Gas- und Wasserfach 109: 651-652.

ELSTER,H.J. & STEPANEK,M.(1967):
Eine neue Modifikation der Secchischeibe.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 33: 1o1-106.

FEHLMANN,J.W.(1917): Die Bedeutung des Sauerstoffs für die aquatile Fauna.
Festschrift Naturf.Ges.Zürich 1917.

FISCHER,F.(1957): Beiträge zur Morphologie des Flußsystems der Saar.
Arb.aus d. Geogr.Inst. Univ. d. Saarl. 2.

FJERDINGSTAD,E.(1964): Pollution of streams estimated by benthonic phytomicro-organisms.
I. A saprobic system based on communities of organisms and ecological factors.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 49: 63-131.

- (1965): Pollution of streams estimated by benthonic phytomicro-organisms.
II.Taxonomy and saprobic valency of benthonic phytomicro-organisms.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 50: 475-604.

FRETTER,V. & GRAHAM,A.(1962):
British Prosobranch Molluscs.
London.

FRIEDRICH,G.(1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer (Erft/Nierrhein).
Schriftenreihe Landesanst.Gewässerk. Gewässerschutz NRW 33: 1-125.

FRÖMMING.E.(1936): Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf unsere Süßwasserschnecken.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 33: 25-37.

- (1956): Biologie der mitteleuropäischen Süßwasserschnecken.
Berlin.

FUHS,G.W.(1961): Der mikrobielle Abbau von Kohlenwasserstoffen.
Arch.Mikrobiol. 39: 374-422.

GARNETT,P.A. & HUNT,R.H.(1965):
Two technics for sampling freshwater habitats.
Hydrobiologia 26: 114-120.

GASCHOTT,O.(1921): Beiträge zur Molluskenfauna der Pfalz.
Pfälz.Museum - Pfälz.Heimatkunde 1921: 82-187.

- (1925): Beiträge zur Molluskenfauna der Pfalz.
Pfälz.Museum - Pfälz.Heimatkunde 1925: 321.

- (1925): Molluskenfauna der Rheinpfalz.
Mitt.Pollichia 1925/26 Bd.II: 39-112.

GEYER,D.(1927): Unsere Land- und Süßwassermollusken.
3. Aufl. Stuttgart.

GESSNER,F(1937): Untersuchungen über die Assimilation und Atmung submerser Wasserpflanzen.
Jb.wiss.Botanik 85: 267-382.

- (1950): Die ökologische Bedeutung der Strömungsgeschwindigkeiten fließender Gewässer und ihre Messung auf kleinstem Raum.
Arch.Hydrobiol. 43: 149-165.

- (1955): Hydrobotanik.
Bd.1 Berlin.

- (1959): Hydrobotanik.
Bd.2 Berlin.

GESSNER,F. & PANNIER,F.(1958):
Der Sauerstoffverbrauch der Wasserpflanzen bei verschiedenen Sauerstoffspannungen.
Hydrobiologia 10: 323-351.

GLIME,J.M. & CLEMONS,R.M.(1972):
Species Diversity of stream insects on Fontinalis spp. compared to diversity on artificial substrates.
Ecology 53: 458-464.

GMELIN,C.C.(1788): Mineralogische Beobachtungen in einigen vulkanischen Gegenden am Rhein.
Der Naturforscher 23.Stück: 309-326.

GÖRLICH,F.(1951): Die Photozellen.
Leipzig.

GOWLER,A., MATTHESS,G. & SCHNEIDER,W.(1969):
Selbstreinigungsvorgänge im aeroben und anaeroben Grundwasserbereich.
Vom Wasser 36: 64-92.

GREISER,D.(1973): Ökologische Untersuchungen der Ciliatenbesiedlung einer Modellselbstreinigungsstrecke.
Tagungsber.Ges.Ökol. Giessen 1972: 101-106.

GROSSE-BOHLE,H.(1900): Beiträge zur Frage der Selbstreinigung der Gewässer.
Amberg.

GROTE,A.(1955): Beitrag zur statistischen Überprüfung quantitativer Methoden in der Limnologie.
Gewässer u. Abwässer Jg.1953: 31-76.

GÜNTHER,B.(1963): Ein neuer Bodengreifer.
Z.Fisch.Hilfswiss. N.F.11: 635-639.

GUTH,F., HÄUSER,R. & ZITEK,A.(1918): Die Ergebnisse von Untersuchungen der Saar auf der Strecke Güdingen bis Völklingen und die Reinhaltung des Flusses im Gebiet der Stadt Saarbrücken bzw. im Saarindustriegebiet.
Ges.Ing. 41: 293-302, 305-313, 317-319.

Haas,F.(1929): Zur Kenntnis der Binnenmollusken des Oberrheingebietes(Hessen,Baden,Elsaß) und des Gebietes der mittleren Mosel(Lothringen, Luxemburg).
Beitr.naturwiss.Erforsch. Badens 213: 62-97.

HABERER,K.(1970): Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers.
Handbuch der Lebensmittelchemie 8: 1-50.

HÄSSLEIN,L.(1966): Die Molluskengesellschaft des Bayerischen Waldes und des anliegenden Donautals.
20. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg

HAIRSTON,N.G., HUBENDICK,B., WATSON,J.M. & OLIVIER,L.J. (1958): An evaluation of techniques used in estimating snail populations. Bull.Wld.Hlth.Org. 19: 661-672.

HARTMANN,L.(1969): Die Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung. Lehrb. u. Handb. Abwasserreinigung 2: 209-228.

HAVRANEK,M.(1966): Einige Bemerkungen zur Theorie des Kolkwitz-Marssonschen Saprobiensystem vom chemischen Standpunkt aus gesehen. Ver.int.Ver.Limnol. 16: 823-829.

HERBST,H.V.(1953): Biologische Arbeitsmethoden an Binnengewässern. Gewässer u. Abwässer 3: 7-30.

HESSE,R.(1924): Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena.

HILBERT,R.(1919): Zur Biologie der Wasserschnecken. Arch.Hydrobiol. 12: 708-709.

HILD,H.J.(1960): Hydrobiologische Untersuchungen an einigen abwasserbelasteten niederrheinischen Gewässern. Hydrobiologia 16: 203-214.

HILDENBRAND,G.(1974): Kritische Betrachtungen zur Aussagefähigkeit der chemischen und physikalischen Wasseranalyse eines Fließgewässers. Verh.Ges.Ökol. Saarbrücken 1973: 117-125.

HILL,M.O.(1973): Diversity and evenness. An unifying natation and its consequences.
Ecology 54: 427-432.

HINZ,W.(1968): Die Süßwassermolluskenfauna von Castrop-Rauxel.
Gewässer u. Abwässer 46: 12-19.

HÖLL,K.(1958): Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung von Wasser.
2. Aufl. Berlin.

HOPPSTEDTER,K.(1963): Die Saar als Wasserstraße.
Z.Gesch.Saargegend 13: 9-82.

HOPPSTEDTER,K. & HERRMANN,H.W.(1960):
Vom Faustkeil zum Förderturm.
Gesch.Landeskunde Bd.1:112-113.

HUBENDICK,B.(1957): The eating function in Lymnea stagnalis(L).
Ark.Zool. 10: 511-521.

HUBER,L.(1957): Der jahreszeitliche Wechsel der Lebensgemeinschaften in verschmutzten Gewässern.
Diss. München.

HURLBERT,S.H.(1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters.
Ecology 52: 577-586.

HUSMANN,S.(1966): Versuch einer ökologischen Gliederung des interstitiellen Grundwassers in Lebensbereiche eigener Prägung.
Arch.Hydrobiol. 62: 231-268.

HUSMANN,S.(1970): Weitere Vorschläge für die Klassifizierung subterraner Biotope und Biocoenosen der Süßwasserfauna. Int.Rev,ges.Hydrobiol. 55: 115-129.

HYNES,H.B.(1960): The biology of polluted waters. Liverpool.

HYNES,H.B.(1968): Further studies on the invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. Arch.Hydrobiol. 65: 360-379.

ILLIES,J.(1952): Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. Arch.Hydrobiol. 46: 424-612.

- (1953): Die Besiedlung der Fulda(insbesondere das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchungen. Ber.Limnol.Flußstat. Freudenthal 5: 1-28.

- (1955): Der biologische Aspekt der limnologischen Fließwassertypisierung. Arch.Hydrobiol.Suppl. 22: 337-346.

- (1958): Die Barbenregion mitteleuropäischer Fließgewässer. Verh.int.Ver.Limnol. 13: 834-844.

- (1961 a): Gebirgsbäche in Europa und Südamerika - ein limnologischer Vergleich. Verh.int.Ver.Limnol. 14: 517-523.

- (1961 b): Versuch einer allgemeinen biocoenotischen Gliederung der Fließgewässer. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 46: 205-213.

ILLIES,J.(1967): Limnofauna europaea.
Stuttgart.

ILLIES,J. & BOTOSANEAU,L.(1963):
Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes,considérées surtout du point de vue faunistique.
Verh.int.Ver.Limnol. 12: 1-57.

IMBEAUX,R.(1919): La Moselle, avec la Meurthe, la Sarre et l'Orne.
Congrès nat.navig.int. Strasbourg 1919.

IMHOFF,K.(1954): Die letzte Stufe der Abwasserreinigung.
Gas- und Wasserfach 95: 561.

ISRAEL,W.(1913): Biologie der europäischen Süßwassermuscheln.
Stuttgart.

IVERSON,J. & OLSEN,S.(1943):
Die Verbreitung der Wasserpflanzen in Relation zur Chemie des Wassers.
Bot.Tidsskr. 46: 136-145.

JAAG,O., AMBÜHL,H. & ZIMMERMANN,P.(1956):
Über die Entnahme von Wasserproben in fließenden Gewässern.
Schweiz.Z.Hydrol. 18: 156-160.

JAECKEL,S.(1952): Unsere Süßwassermuscheln.
Neue Brehm Bücherei Nr. 82.
Leipzig-Wittenberg.

JAECKEL,S.G.A. jun (1958): Molluskenfunde aus einigen Landesteilen Südwestdeutschlands. Beitr.naturk.Forsch. SW-Deutschl. 17: 35-45.

JAECKEL,S.G.A. jun (1962): Ergänzungen und Berichtigungen zum rezenten und quartären Vorkommen der mitteleuropäischen Mollusken. in: BROHMER,P., EHRMANN,P. & ULMER,G.: Die Tierwelt Mitteleuropas. Bd. II. Lief.1 Ergänzung: 25-294.

JONASSON,P.M.(1948): Quantitative studies of the bottom fauna. Fol.Limnol.Scand. 4: 203-284.

KAJAK,Z.(1963): Analysis of quantitative benthic methods. Ekol.Polsk. Ser.A 11: 1-56.

KINZELBACH,R.(1972): Einschleppung und Einwanderung von Wirbellosen in Ober- und Mittelrhein. Mz.Naturw.Arch. 11: 109-150.

KLAPPER.H.(1963 a): Das Sytem der Saprobien und die Wertung der Saprobier. Wiss.Z.Univ.Leipzig Math.-nat.wiss. R. 12, 1: 261- 267.

KLAPPER,H.(1963 b): Zu einigen Problemen der biologischen Wasseranalyse. Nach Untersuchungen im Einzugsgebiet Mittlere Elbe-Sude-Elde. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 48: 9-34.

KLEE,O.(1973): Kleines Praktikum der Wasser- und Abwasseruntersuchung. Sonderdruck aus Mikrokosmos Stuttgart.

KLUT,H. & OLSZEWSKI,W.(1945):
Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle.
9. Aufl. Berlin.

KNÖPP,H.(1954): Ein neuer Weg zu Darstellung biologischer Vorfluteruntersuchungen. Erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains.
Wasserwirtschaft 45: 9-15.

- (1955 a): Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluteruntersuchungen,erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 22: 363-368.

- (1955 b): Abwasserlastplan und biologischer Längsschnitt - ein kritischer Vergleich.
Wasserwirtschaft 46: 57-59.

- (1957): Die heutige biologische Gliederung des Rheinstroms zwischen Basel und Emmerich.
Dt.Gew.Mitt. 1:56-63.

- (1958): Experimentelle Untersuchungen über die Schädigung von Selbstreinigungsvorgängen durch Abwassergifte.
Dt.Gew.Mitt. 2: 79-83.

- (1959 a): Über den Einfluß des Planktons auf die Sauerstoffzehrung von Flußwasser.
Dt.Gew.Mitt. 3: 65-70.

- (1959 b): Über die Rolle des Phytoplanktons im Sauerstoffhaushalt von Flüssen.
Dt.Gew.Mitt. 3: 139-147.

KNÖPP,H.(1960 a): Streit um das "beste Verfahren" der biologischen Wasseranalyse. Dt.Gew.Mitt. 4: 112-113.

- (1960 b): Untersuchungen über das Sauerstoffproduktionspotential von Flußplankton. Schweiz.Z.Hydrol. 22: 152-166.

- (1961): Der A-Z-Test, ein neues Verfahren zur toxikologischen Prüfung von Abwässern (Begründung und Beschreibung der Methode). Dt.Gew.Mitt. 5: 66-73.

- (1962): Über Situation und Entwicklungstendenzen der Saprobiologie. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 47: 85-99.

- (1964): Die "Zusätzliche Zehrung", eine neue biochemische Kennzahl zur Bewertung von Selbstreinigungskraft und Verschmutzung. Gas- und Wasserfach 105: Sep. 6 pp.

- (1965): Neue Erkenntnisse zum Sauerstoffgehalt von Fließgewässern. Dt.Gew.Mitt. Sonderheft 1965: 17-23.

- (1967): Zum Stoffhaushalt der Donau. In: LIEPOLD,R.: Limnologie der Donau.: 97-119.

- (1968): Stoffwechseldynamische Untersuchungsverfahren für die biologische Wasseruntersuchung. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 53: 409-448.

KOHLER,A.(1972): Zur Ökologie submerser Gefäß-Makrophyten in Fließgewässern. Ber.Dt.Bot.Ges. 84: 713-720.

KOHLER,A., VOLLRATH,H. & BEISL,E.(1971):
Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach.
Arch.Hydrobiol. 69: 333-365.

KOHLER,A., WONNEBERGER,R. & ZELTNER,G.(1973):
Die Bedeutung chemischer und pflanzlicher "Verschmutzungsindikatoren" im Fließgewässersystem Moosach(Münchener Ebene).
Arch.Hydrobiol. 72: 533-549.

KOHLER,A., ZELTNER,G. & BUSSE,M.(1972):
Wasserpflanzen und Bakterien als Verschmutzungsanzeiger von Fließgewässern.
Umschau 72: 158-159.

KOLKWITZ,R.(1911): Biologie des Trinkwassers, Abwassers und der Vorfluter.
In: RUBNER,GRUBER & FICKER: Handbuch der Hygiene. 2.Aufl. 2.Abt. Berlin.

- (1928): Zur Kenntnis der biologischen Selbstreinigung der Gewässer.
Ber.Dt.Bot.Ges. 46: 35-50.

- (1935): Pflanzenphysiologie.
3. Aufl. Jena.

- (1950): Ökologie der Saprobien.
Über die Beziehung der Wasserorganismen zur Umwelt.
Schriftenr.Ver.Wasser-,Boden- u. Lufthygiene 4: 1-64.

KOLKWITZ,R. & MARSSON,M.(1902):
Grundsätze für die biologische Beurtheilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna.
Mitt.Kgl.Prüfungsanst.Wasserversorg. u. Abwässerbes. Berlin 1: 33-72.

- (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien.
Ber.Dt.Bot.Ges. 26(A): 505-519.

- (1909): Ökologie der tierischen Saprobien.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 2: 126-152.

KOPECKY,K.(1966): Ökologische Hauptunterschiede zwischen Röhrichtgesellschaften fließender und stehender Binnengewässer Mitteleuropas.
Fol.Geobot.Phytotax. 1: 193-242.

KOTHE,P.(1961): Hydrobiologie der Oberelbe.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 26: 221-243.

- (1962): Der "Artenfehlbetrag", ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen.
Dt.Gew.Mitt. 6: 60-65.

KOWALCZEWSKI,A. & LACK,T.J.(1971):
Primary production and respiration of the phytoplancton of the river Thames and Kennet at Reading.
Freshwat.Biol. 1: 197-212.

KRAMER,H.(1968): Literatur über die Limnofauna der Rheinprovinz.
Decheniana 121: 151-163.

KRAUSE,A.(1972): Einfluß der Eutrophierung und anderer menschlicher Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer.
Ber.Landwirtschaft N.F. 50: 140.

KRAUSE,H.R.(1959): Biochemische Untersuchungen über den postmortalen Abbau von totem Plankton unter aeroben und anaeroben Bedingungen.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 24: 297-337.

- (1964): Zur Chemie und Biologie der Zersetzung von Süßwasserorganismen unter besonderer Berücksichtigung des Abbaus der organischen Phosphorkomponenten.
Ver.int.Ver.Limnol. 15: 549-562.

KREBS,C.J.(1972): Ecology.
New York,Evanston,San Francisco,London.

KREGLINGER,C.(1870): Systematisches Verzeichnis der in Deutschland lebenden Binnen-Mollusken.
Wiesbaden.

KREUZKAM,H.(1909): Die Ausnutzung der Wasserkräfte an kanalisierten Flüssen insbesondere an der zu kanalisierenden Mosel und Saar.
Z.ges.Wasserwirtschaft 4: 231-234.

KROGH,A.(1930): Über die Bedeutung von gelösten organischen Substanzen bei der Ernährung von Wassertieren.
Z.vergl.Physiol. 12: 668-681.

KÜHN,G.(1939): Zur Ökologie und Biologie der Gewässer (Quellen und Abflüsse) des Wassergesprengs bei Wien.
Arch.Hydrobiol. 36: 157-262.

KÜHNELT,W.(1970): Grundriss der Ökologie
2. Aufl. Jena

LANG,K.(1930): Ein neuer Typ des quantitativen Bodenschöpfers.
Arch.Hydrobiol. 21: 145-150.

LAUTERBORN,R.(1901): Die sapropelische Lebewelt.
Zool.Anz. 24: 50-55.

- (1903): Die Verunreinigungen der Gewässer und die biologischen Methoden ihrer Untersuchung.
Ludwigshafen.

- (1904): Faunistische und biologische Notizen.
Mitt.Poll. 19: 63-130.

- (1906): Demonstrationen aus der Fauna des Oberrheins und seiner Umgebung.
Verh.zool.bot.Ges. 1906: 265-268.

- (1915 a): Die sapropelische Lebewelt.
Ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer.
Verh.Nat.-hist.Med.Ver. Heidelberg N.F. 13: 395-481.

- (1915 b): Die Verunreinigung der Gewässer und die biologische Methode ihrer Untersuchung.
Sonderdruck Ludwigshafen.

LE ROI,O.(1911): Die Molluskenfauna der Rheinprovinz.
Nachrichtsbl.Dt.Malakol.Ges. 43: 1-10.

LEUZINGER,H.(1969): Zum Auftreten der Wandermuschel am Untersee und dessen Auswirkungen auf Wasservögel.
Orn.Beob. 66: 64.

LIEBMANN,H.(1947): Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobiensystems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung.
Ges.Ing. 68: 33-37.

- (1953): Die Wassergüte des schiffbaren Mains,ermittelt auf Grund biologisch-chemischer Untersuchungen.
Denkschrift Wiesbaden.

- (1954): Biologie der Donau und des Mains.
Münch.Beitr.Abwasser-,Fischerei- und Flußbiologie 2: 111-209.

- (1955): Die Kartierung der Wassergüte, beschrieben an Flußstauen und Seen Süddeutschlands.
Ber.Abwassertechn.Ver. 6: 62-69.

- (1959 a): Folgerungen für die Praxis aus den Ausführungen über die Bewertung der Wasserqualität.
Münch.Beitr.Abwasser-,Fischerei- und Flußbiol. 6: 181-185.

- (1959 b): Methodik und Auswertung der biologischen Wassergütekartierung.
Münch.Beitr.Abwasser-,Fischerei- und Flußbiol. 6: 143-156.

- (1960): Über die Darstellung der Wassergüte von Flüssen und Seen.
Monatsbull.Schweiz.Ver.Gas- und Wasserfachmännern 8: 7pp.

LIEBMANN,H.(1961): Untersuchungen über die Einwirkungen von Stauhaltungen auf die natürliche Selbstreinigung.
Wasser und Abwasser 1961: 35-51.

- (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie.
Bd.I 2.Aufl. München.

- (1969): Der Wassergüteatlas. Seine Methodik und Anwendung.
München.

LIEBSCHNER,K.(1970): Das Gütezustandsbild der Saar.
Korrespondenz Abwasser 11: 252-254.

LIEPOLT,R.(1966): Limnologie der Donau.
Stuttgart.

LLOYD,M. & GHELHARDI,R.J.(1964):
A table for calculating the "Equitability" component of species diversity.
J.Animal Ecol. 33: 217-225.

MACAN,T.T.(1958 a): The temperature of a stony stream.
Hydrobiologia 12: 89-106.

- (1958 b): Methods of sampling the bottom fauna in stony streams.
Mitt.int.Ver.Limnol. 8: 1-21.

MAC ARTHUR,R.H.(1955): Fluctuations of animal popualtions and a measure of community stability.
Ecology 36: 533-536.

- (1965): Patterns of species diversity.
Biol.Rev. 40: 510-533.

MAC ARTHUR,R.H. & MAC ARTHUR,J.W.(1961:
On bird species diversity.
Ecology 42: 594-600.

MÄDLER,K.(1959): Biologische Untersuchungen über Verschmutzung und Selbstreinigung der Parthe.
Wiss.Z.Univ.Leipzig,math.-nat. 8: 97-116.

- (1964): Die natürliche Selbstreinigung in fließenden Gewässern.
Wiss.Z.Univ.Leipzig,math.-nat. 13: 13-16.

MÄRKEL,K.(1958): Bau und Funktion der Pulmonatenradula.
Z.wiss.Zool. 160: 213-289.

MANN,K.H.(1964): The pattern of energy flow in the fish and invertebrate fauna of the river Thames.
Verh.int.Ver.Limnol. 15: 485-495.

- (1969): The dynamiks of aquatic ecosystems.
In: Advances of Ecology,e. J.B.Crigg, 6: 1-81.

MARGALEFF,R.(1955): Los organismos indicatores en la limnologia.
Biologia de las aquas continentales 12: 300 pp.

- (1958): Information theory in ecology.
Gen.Syst. 3: 37-71.

- (1968): Perspectives in ecological theory.
Chicago.

- (1969): Diversity and stability. A praktikal proposal and a model of interdependence.
In: Diversity and Stability in Ecological Systems. Brookhaven Symposium 22: 25-37.

MARSSON,M.(1907): Berichte über die Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis unterhalb Koblenz. Arb.kais.Gesundheitsamt Berlin 25: 40-163.

- (1908): Berichte über die Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis unterhalb Koblenz. Arb.kais.Gesundheitsamt Berlin 28: 29-61, 92-124,549-571.

MARTENS,E.von(1902): Eine für die Provinz Brandenburg neue Süßwasserschnecke Physa acuta DRAP. Sber.Ges.naturf.Freunde Berlin 1902: 166-168.

MAUCH,E.(1963): Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. Mitt.Zool.Mus.Berlin 39: 1-172.

MAUCHA,P.(1932): Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer 12. Stuttgart.

Mc INTOSH,R.P.(1967): An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology 48: 392-404.

MEINCK,F.(1950): Kritische Betrachtungen zur Belastbarkeit der Gewässer. Ges.Ing. 71: 216-220.

MEINCK,F.,STOOF,H. & KOHLSCHÜTTER,R.H.(1968): Industrie-Abwässer. Stuttgart.

MENTZEN,R.(1926): Bemerkungen zur Biologie und Ökologie der mitteleuropäischen Unioniden. Arch.Hydrobiol. 17: 381-394.

MIEGEL,H.(1963): Untersuchungen zur Molluskenfauna linksrheinischer Gewässer im Niederrheinischen Tiefland und des Rheingebietes. Gewässer und Abwässer 33: 5-75.

MOELLER-HARTMANN.(1957): Über den Abfluß in offenen Dreiecksgerinnen. Mitt.Hannov.Vers.-Anst.Grundbau und Wasserbau,Heft 10.

MORTON,J.E.(1967): Molluscs. University Library,London.

MÜLLER,G.(1967): Beziehungen zwischen Wasserkörper, Bodensediment und Organismen im Bodensee. Naturwissenschaft 54: 454-466.

- (1969): Sedimentbildung im Plattensee. Naturwissenschaft 56: 606-615.

MÜLLER,K.(1954): Beitrag zur Methodik der Untersuchung fließender Gewässer. Arch.Hydrobiol. 43: 567-570.

- (1965): An automatik stream drift sampler. Limnol.Oceanogr. 10: 483-485.

- (1966): Die Tagesperiodik von Fließwasserorganismen. Z.Morph.Ökol.Tiere 56: 93-142.

MÜLLER,P.(1972): Die Bedeutung biogeographischer Methoden für die Bearbeitung saarländischer Umweltprobleme.
Umwelt Saar 1972: 28-40.

- (1973): Probleme des Ökosystems einer Großstadt,dargestellt am Beispiel von Saarbrücken.
Tagungsber.Ges.Ökol. Giessen 1972: 123-132.

- (1974): Aspekts in Zoogeographie.
Den Haag.

MÜLLER,P. & SCHREIBER,H.(1972): Erfassung der Europäischen Wirbellosen.
Mitt.Biogeogr.Abt.Geogr.Inst. 2: 1-12.

MURRAY,J.W.(1962): A new bottom-water sampler for ecologists.
J. Mar.Biol.Assoc. U.K. 42: 499-501.

NAGEL,P.(1975): Studien zur Ökologie und Chorologie der Coleopteren(Insecta) xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raums mit besonderer Berücksichtigung der die Bodenoberfläche besiedelnden Arten.
Dissertation Saarbrücken(im Druck).

NAUMANN,E.(1929): Grundlinien der experimentellen Planktonforschung.
Die Binnengewässer 6. Stuttgart.

- (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie.
Die Binnengewässer 11. Stuttgart.

- (1934): Über die Anwendung von Daphnia magna(STRAUS) als Versuchstier zur experimentellen Klarlegung der Lebensverhältnisse im Wasser.

NAUWERK,A.(1959): Zur Bestimmung der Filtrierrate limnischer Planktontiere.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 25: 83-101.

NEEF,E.(1968): Das Gesicht der Erde.
2.Aufl. Frankfurt.

NEUMANN,D.(1959): Morphologische und experimentelle Untersuchungen über die Variabilität des Farbmusters auf der Schale von Theodoxus fluviatilis.
Z.Morph.Ökol.Tiere 48: 349-411.

- (1960): Osmotische Resistenz und Osmoregulation der Flußdeckelschnecke Theodoxus fluviatilis.
Biol.Zbl. 79: 585-605.

- (1961 a): Osmotische Resistenz und Osmoregulation aquatischer Chironomidenlarven.
Biol.Zbl. 80: 693-715.

- (1961 b): Der Einfluß des Eisenangebotes auf die Hämoglobinsynthese und die Entwicklung der Chironomus-Larve.
Z.Naturforsch. 16(b): 820-824.

- (1961 c): Ernährungsbiologie einer rhiphidoglossen Kiemenschnecke.
Hydrobiologia 17: 133-151.

NOLTE,P.(1912): Das Wirtschaftsgebiet der Saar.
Soz.Studienfahrten 7: 1-118.

ODUM.E.P.(1959): Fundamentals of ecology.
2.Aufl. Philadelphia und London.

OHLE,W.(1933): Über organische Stoffe in Binnenseen.
Verh.int.Ver.Limnol. 6: 249-262.

- (1952): Die hypolimnische Kohlendioxid - Akkumulation als produktionsbiologischer Indikator.

- (1955): Die Ursachen der rasanten Seeneutrophierung.
Verh.int.Ver.Limnol. 12: 373-382.

- (1958): Die Stoffwechseldynamik der Seen in Abhängigkeit von der Gasausscheidung ihres Schlammes.
Vom Wasser 25: 127-149.

- (1962): Der Stoffhaushalt der Seen als Grundlage einer allgemeinen Stoffwechseldynamik der Gewässer.
Kieler Meeresforsch. 18(Sonderheft): 107-120.

- (1964 a): Die Eutrophierung der Seen und die radikale Umstellung ihres Stoffhaushaltes.
Limnologiesymposium Helsinki 1964: 10-23.

- (1964 b): Kolloidkomplexe als Kationen- und Anionenaustauscher in Binnengewässern.
Vom Wasser 30: 50-64.

- (1968): Chemische und mikrobiologische Aspekte des biogenen Stoffhaushaltes der Binnengewässer.
Mitt.int.Ver.Limnol. 14: 122-133.

OHLMÜLLER,SPITTA & OLSZEWSKI(1931):
Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers.
5.Aufl. Berlin.

ORGHIDAN,T.(1959): Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers: der hyporheische Biotop.
Arch.Hydrobiol. 55: 392-414.

OVERBECK,J.(1968 a): Prinzipielles zum Vorkommen der Bakterien im See.
Mitt.int.Ver.Limnol. 14: 134-144.

- (1968 b): Bakterien im Gewässer. Ein Beispiel für die gegenwärtige Entwicklung der Limnologie.
Umschau 1968: 587-592.

- (1972): Zur Struktur und Funktion des aquatischen Ökosystems.
Ber.Dt.Bot.Ges. 85: 553-577.

- (1974): Über die Kompartimentierung der stehenden Gewässer - Ein Beitrag zur Struktur und Funktion des limnischen Ökosystems.
Verh.Ges.Ökol. Saarbrücken 1973: 211-223.

PANTLE,R.(1956): Biologische Flußüberwachung.
Die Wasserwirtschaft 46,Heft 8.

- (1960): Darstellung und Kartierung der Wassergüte.
Dt.Gewässerkundl.Mitt. 4: 81-83.

PANTLE,R. & BUCK,H.(1955):
Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse.
Gas- und Wasserfach 18: 604.

PASCHER,A.(1913-1932): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.
Heft I - XII Jena.

PATTEN,B.C.(1962): Species diversity in net phytoplankton of Raritan Bay.
J.Mar.Res. 20: 57-75.

PERCIVAL,E. & WHITEHEAD,H.(1929):
A quantitative study of the fauna of some types of stream bed.
J.Ecol. 17: 282-314.

PESTA,O.(1931): Meine Hilfsmittel und Methoden bei der limnologischen Untersuchung von Hochgebirgsseen.
Arch.Hydrobiol. 22: 597-615.

PLESKOT,G.(1951): Wassertemperatur und Leben im Bach.
Wetter und Leben 3: 129-143.

PIECHOCKI,R.(1961,1966): Präparationstechnik.
Bd.I 1961 Bd.II 1966 Leipzig.

PIELOU,E.C.(1966 a): Species-diversity and pattern - diversity in the study of ecological succession.
J.Theoret.Biol. 10: 370-383.

- (1966 b): Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse.
Amer.Natur. 100: 463-465.

PIELOU,E.C.(1966 c): The measurement of diversity in different types of biological collections. J.Theoret.Biol. 13: 131-144.

- (1969): An introduction to mathematical ecology. New York.

- (1972): Measurement of structure in animal communities. In: Ecosystem Structure and Function: 113-135 Oregon State University.

POTONIE,H.(1904): Über Faulschlamm(Sapropel). Sitzungsber.Ges.Naturf.Freunde Berlin 1904: 243-245.

PRATHER,J.E. & PROPHET,C.W.(1969): Zooplankton species diversity in John Redmond,Maroin, and Council Grove Reservoirs, Kansas,Summer 1968. Emphoria State Research Studies 18: 5-16.

PRINGSHEIM,E.G.(1959): Heterotrophie bei Algen und Flagellaten. Handbuch der Pflanzenphysiologie 11: 303-326.

PRUS,T.(1971): The assimilation efficiency of Asellus aquaticus(Crustacea,Isopoda). Freshw.Biol. 1: 287-305.

PURCHON,R.D.(1968): The biology of the Mollusca. Oxford.

REICHARD,W. & SIMON,M.(1972):
Die Mettma - ein Gebirgsbach als Brauerei-vorfluter.
Mikrobiologische Untersuchungen entlang eines Abwasser - Substratgradienten.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 42: 125-138.

REINECK,H.E.(1962): Der Kastengreifer.
Natur und Museum 93: 102-108.

REMMERT,H.(1969): Tageszeitliche Verzahnung der Aktivität verschiedener Organismen.
Oecologia 3: 214-226.

RICHTER,K.(1959): Chemische Gütezahl für Vorfluter.
Summarische Wassergütebewertung in chemischer Hinsicht.
Vom Wasser 26: 56-67.

RIETH,A.(1960): Ein vereinfachter funktionssicherer Bodengreifer.
Mikrokosmos 49: 252-256.

- (1961): Der Pflanzengreifer, eine zum Sammeln der Unterwasservegetation geeignete Abwandlung des Schlammschöpfers.
Mikrokosmos 50: 61-63.

RODINA,A.(1961): Mikrobiological methods in application to hydrobiologie.
Verh.int.Ver.Limnol. 14: 831-834.

- (1963): Mikrobiologie of detritus of lakes.
Limnol.Oceanogr. 8: 388-393.

ROUND,F.E.(1969): Biologie der Algen.
Stuttgart.

RUTTNER,F.(1926): Bemerkungen über den Sauerstoffhaushalt der Gewässer und dessen respiratorischen Wert.
Naturwiss. 14: 1237-1239.

- (1962): Grundriss der Limnologie.
Berlin.

Saarländisches Landesarchiv
Inv.Nr: K 201: Flußkarte der Saar 1906-1912.
Blatt 3-38.

- Inv.Nr: 62,Bestand Landratsamt Merzig:
Zunehmende Verunreinigung der Saar und dadurch bedingtes Fischsterben in der Saar 1933.
Die Folgen des Ablassens des Wehres Mettlach für die Fischerei 1935.

- Inv.Nr: 63,Bestand Landratsamt Merzig:
Gerichtsunterlagen der Verhandlung über die Auswirkungen der Hochwässer vom Mai, Oktober und November 1930 im Raum Besseringen.

- Inv.Nr.: 64,Bestand Landratsamt Merzig:
Denkschrift "Stand der Abwasserbehandlung im Saargebiet"von 1933.

- Inv.Nr: 66,Bestand Landratsamt Merzig:
Pläne einer Saarregulierung im Merziger Becken 1936-1938.
Plan der Saarkanalisierung bei Saarlouis 1936.

Saarländisches Landesarchiv

Inv.Nr.: 167: Die Kanalisation der Saar zwischen Saarbrücken und Saargemünd,1839-1842.

- Inv.Nr.: 168: Die Kanalisierung der Mosel zwischen Metz und Koblenz und des Unterlaufs der Saar,1907-1910.

- Inv.Nr.: 169: Die Unterhaltung der Stromufer und der Leinpfade längs der Saar, 1816-1839.

- Inv.Nr.: 676: "Der Saar-Pfalz-Kanal" Denkschrift über die Verkehrswünsche des Saargebietes(1927).

- Inv.Nr.: 677: Hauptversammlung des Verbandes für die Kanalisierung der Mosel und der Saar vom 13.November 1910.

- Inv.Nr.: 679: TILLE,A.(1907): Die Mosel- und Saarkanalisierung. Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen 13.

- Inv.Nr.: 681: TILLE,A.(1907): Zur Geschichte der Saarflößerei und der Saarschiffahrt.

- Inv.Nr.: 683: WERNEBURG,P.(1907): Schiffsbetrieb und Schleusengröße auf kanalisierten Flüssen.

- Inv.Nr.: 685: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Geschäftsbericht 1914/15.

- Inv.Nr.: 686: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Bericht für 1916/17.

Saarländisches Landesarchiv
Inv.Nr.: 688: Die Verhandlungen über die Mosel- und Saarkanalisierung im Preußischen Abgeordnetenhaus vom 8. und 9. März 1912.

- Inv.Nr.: 689: Die Verhandlungen über die Mosel- und Saarkanalisierung im Reichstag am 28.Februar 1914.

- Inv.Nr.: 690: TILLE,A.(1911): Die preußischen Koksbahnpläne zur Verhinderung der Mosel- und Saarkanalisierung. Südwestdeutsche Flugschriften 28.

- Inv.Nr.: 692: Verband für die Kanalisierung der Mosel und Saar. Überblick über die Tätigkeit des Verbandes und den Stand der Kanalsache 1910.

SANDER,G.(1957): Beitrag zur Genauigkeit der Bodengreifer-Methodik. Z.Fisch.Hilfswiss. N.F. 6: 251.

SAUBERER,F.(1962): Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. Mitt.int.Ver.Limnol. 11: 1-77.

SAUBERER,F. & ECKEL,O.(1938): Zur Methodik der Strahlungsmessung unter Wasser. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 37: 257-289.

SAUBERER,F. & RUTTNER,F.(1941): Die Strahlungsverhältnisse der Binnengewässer. Leipzig.

SCHÄFER,H.(1953 a): Untersuchungen zur Ökologie von Bithynia tentaculata. AfM 82: 67-70.

SCHÄFER,H.(1953 b): Beiträge zur Ernährungsbiologie einheimischer Süßwasserprosobranchier.
Z.Morph.Ökol.Tiere 41: 247-264.

SCHÄFER,W., KLAUSEWITZ,W. & TOBIAS,W.(1971):
Umwelt 2000.
Frankfurt.

SCHÄPERCLAUS,W.(1933): Lehrbuch der Teichwirtschaft.
Berlin.

- (1939): Eine kleine nützliche Verbesserung am Bodengreifer von EKMANN-BIRGE.
Arch.Hydrobiol. 35: 169-170.

SCHERER,E.(1965): Zur Methodik experimenteller Fließwasserökologie.
Arch.Hydrobiol. 61: 242-248.

SCHEURING,L.(1955): Ein Beitrag zur Biologie und dem Stoffwechsel von Sphaerotilus natans.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 22: 498-503.

SCHEURING,L. & HÖHNL,G.(1956):
Sphaerotilus natans,seine Ökologie und Physiologie.
Schr.Ver.Zellstoff- und Papier Chemiker und Ingenieure 26: 1-152.

SCHEURING,L. & ZEHENDER,C.(1962):
Untersuchungen zur Stoffwechselphysiologie des "Abwasserpilzes" Fusarium aquaeductum LAGH. Verwertung von Kohlenhydraten.
Schweiz.Z.Hydrol. 24: 152-171.

SCHLESCH,H.(1927 a): Hydrobia jenkinsi SMITH subfossil in Kurland.
AfM 59: 69-74.

SCHLESCH,H.(1927 b): Zweiter Nachtrag zur Molluskenfauna von Schleswig.
AfM 59: 201-204.

- (1930): Über die Verbreitung von Dreissena polymorpha PALL im Norden.
Fol.Zool.Hydrobiol. 2: 20-22.

SCHMASSMANN,H.J.(1951): Untersuchungen über den Stoffhaushalt fließender Gewässer.
Schweiz.Z.Hydrol. 13: 300-335.

- (1955): Die Stoffhaushaltstypen der Fließgewässer.
Arch.Hydrobiol. Falkau-Schr. II: 504-509.

SCHMID,G.(1969): Neue und bemerkenswerte Schnecken aus Baden-Württemberg.
Mitt.Dt.malakol.Ges. 2: 5-19.

SCHMIDT-RIES,H.(1958): Limnologische Untersuchungen des Rheinstroms, I und II.
Köln.

SCHMITHÜSEN,J.(1968): Allgemeine Vegetationsgeographie.
3.Aufl. Berlin.

SCHMITT,P.(1854): Die Mollusken der Gegend von Dillingen.
Jahresber.Ges.nützl.Forsch. Trier vom Jahre 1853: 39-40.

SCHMITZ,W.(1954): Grundlagen der Untersuchung der Temperaturverhältnisse in den Fließgewässern.
Ber.limnol.Flußstat. Freudenthal 6: 29-50.

SCHMITZ,W.(1960): Lichtmessungen in Fließgewässern des deutschen und östrerreichischen Donaugebietes.
Wetter und Leben 12: Sep 18 pp.

- (1961): Fließgewässerforschung - Hydrographie und Botanik.
Verh.int.Ver.Limnol. 14: 541-586.

SCHNEIDER,H.(1972): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 159 Saarbrücken.
Landesaufnahme 1:200 000,Naturräumliche Gliederung Deutschlands.
Bad Godesberg.

SCHNEIDER,S.(1972): Fernerkundungsverfahren im Dienste der Umweltforschung,Beispiele von der mittleren Saar.
Umwelt Saar 1972: 19-27.

- (1974): Luftbild und Luftbildauswertung.
Berlin.

SCHNUR,P.(1858): Systematische Zusammenstellung der im Regierungsbezirke Trier bisher von mir aufgefundenen Reptilien,Fische und Mollusken.
Jahresber.Ges.nützl.Forsch. Trier vom Jahre 1857: 69-72.

SCHRÄDER,T.(1932): Über die Möglichkeit einer quantitativen Untersuchung der Boden- und Ufertierwelt fließender Gewässer.
Z.Fischerei 30: 105.127.

SCHWENKE,W.(1953): Biozönotik und angewandte Entomologie.
Beitr.Entomol. Sonderheft 3: 86-162.

SCHWENCK,W. & SCHWOERBEL,J.(1973):
Untersuchungen zur Ernährungsbiologie und Lebensweise der Flussmützenschnecke Ancylus fluviatilis(O.F. MÜLLER 1774), Gastropoda,Basommatophora.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 42: 190-231.

SCHWERTFEGER,F.(1963): Das Minimumgesetz in der Tierökologie.
Z.Morph.Ökol.Tiere 53: 166-184.

SCHWOERBEL,J.(1959): Die biologische Gliederung des Rheinstroms.
Gas- und Wasserfach 100: Sep. 1-6.

- (1961): Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraums.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 25: 182-214.

- (1964): Die Bedeutung des Hyporheals für die benthische Lebensgemeinschaft der Fließgewässer.
Verh.int.Ver.Limnol. 15: 215-226.

- (1966): Methoden der Hydrobiologie.
Stuttgart.

- (1967): Das hyporheische Interstitial als Grenzbiotop zwischen oberirdischem und subterranem Ökosystem und seine Bedeutung für die Primärevolution von Kleinsthöhlenbewohnern.
Arch.Hydrobiol.Suppl. 33: 1-62.

- (1966,1968,1969): Ökologie der Süßwassertiere,stehende und fließende Gewässer.
Fortschr.Zool. 17: 390-427, 19: 284-321
20: 173-206.

SCHWOERBEL,J.(1971): Einführung in die Limnologie.
Stuttgart.

- (1972): Produktionsbiologische Aspekte in Fließgewässern.
Verh.Dt.Zool.Ges. 65: 57-64.

- (1974): Belastung,Stoff- und Energiefluß in Fließgewässern.
Verh.Ges.Ökol. Saarbrücken 1973: 107-115.

SCHWOERBEL,J. & TILLMANNS,G.C.(1964):
Untersuchungen über die Stoffwechseldynamik in Fließgewässern.
I. Die Rolle höherer Wasserpflanzen: Calitriche hamulata(KÜTZ).
Arch.Hydrobiol.Suppl. 28: 245-258.

SEIDEL,K.(1966): Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen.
Naturwiss. 53: 289-297.

SERNOW,S.A.(1958): Allgemeine Hydrobiologie.
Berlin.

SHADIN,W.J.(1935): Über die ökologische und geographische Verbreitung der Süßwassermollusken in der U.S.S.R.
Zoogeographica 2: 495-554.

SHANNON,C.E.(1948): A mathematical theory of communications.
Bell.System.Techn.Journ. 27: 379-423,623-656.

SHANNON,C.E. & WEAVER,W.(1949):
The mathematical theory of communications.
University of Illinois Press,Urbana.

SIERP,F.(1953): Die gewerblichen und industriellen Abwässer. Entstehung,Schädlichkeit,Verwertung,Reinigung und Beseitigung. Berlin-Göttingen-Heidelberg.

SLADECEK,V.(1961): Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen. Arch.Hydrobiol. 58: 103-121.

- (1964 a): Abiotische Stufen in Gewässern und Abwässern. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 49: 489-491.

- (1964 b): Zur Ermittlung des Indikationsgewichts in der biologischen Gewässeruntersuchung. Arch.Hydrobiol. 60: 241-243.

- (1965): The future of saprobity system. Hydrobiologia 25: 518-537.

- (1966): Water quality system. Verh.int.Ver.Limnol. 16: 809-816.

SLANINA,K.(1958): Die Verarmung von Fließgewässerbiozönosen durch Flotationsabgänge. Wasser und Abwasser 1958: 3-23.

SRAMEK-HUSEK,R.(1956): Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen. Arch.Hydrobiol. 51: 376-390.

- (1958): Die Rolle der Ciliatenanalyse bei der biologischen Kontrolle von Flußverunreinigungen. Verh.int.Ver.Limnol. 13: 636-645.

STANGE-BURSCHE,E.M.(1964): Der Algentest zur Bewertung der Gewässergüte. Diskussion und Prüfung im ökologischen Experiment.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 49: 361-374.

STEINMANN,P.(1907): Die Tierwelt der Gebirgsbäche, eine faunistisch-biologische Studie.
Ann.Biol.Lacustre 2: 30-164.

STEINMANN,P. & SURBECK,G.(1918):
Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fließender Gewässer.
Preisschr.Schweiz.Zool.Ges Bern 1918: 1-452.

- (1922): Zum Problem der biologischen Abwasseranalyse.
Arch.Hydrobiol. 13: 404-414.

STEUSLOFF,U.(1926): Die Bedeutung der Paludestrina jenkinsi(SMITH) für unsere Vorstellungen über Artentstehung und Artverbreitung.
Verh.int.Ver.Limnol. 3: 454-458.

- (1939): Potamopyrgus crystallinus carinatus (MARSHALL) mit Kalkkielen auf der Schale.
AfM 74: 82-86.

STRASKRABA,M.(1968): Der Anteil der höheren Pflanzen an der Produktion der stehenden Gewässer.
Mitt.int.Ver.Limnol. 14: 212-230.

STRENZKE,K.(1957): Ökologie der Wassertiere.
Handbuch der Biologie III: 115-192.

STRENZKE,K.(1960): Die systematische und ökologische Differenzierung der Gattung Chironomus. Ann.Entomol.Fenn. 26: 111-138.

- (1964): Die ökologische Umwelt. Ergebn.Biol. 27: 79-97.

STUGREN,B.(1972): Grundlagen der allgemeinen Ökologie. Jena.

TESSENOW,U.(1966): Untersuchungen über den Kieselsäuregehalt der Binnengewässer. Arch.Hydrobiol.Suppl. 32: 1-36.

THIEL,M.E.(1928 a): Versuch, die Verbreitung der Arten der Gattung Sphaerium in der Elbe bei Hamburg aus ihrer Lebensweise zu erklären. Arch.Hydrobiol.Suppl. 4: 1-70.

- (1928 b): Zur Biologie unserer Süßwassermuscheln. Z.Morph.Ökol.Tiere 13: 65-116.

THIENEMANN,A.(1909): Vorläufige Mitteilungen über die Probleme und Ziele der biologischen Erforschung der neun westfälischen Talsperren. Ber.ü.Versammlung Bot.Zool.Ver. Rheinland-Westfalen 1909: 101-108.

- (1912 a): Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. Int.Rev.ges.Hydrobiol. 4: 1-125.

- (1912 b): Aristoteles und die Abwasserbiologie. Festschrift d. Med.Naturwiss.Ges. Münster.

- (1918): Lebensgemeinschaft und Lebensraum. Ein Vortrag. Naturwiss.Wochenschrift N.F. 17: Nr.20 und 21 (Sep. 1-48)

THIENEMANN,A.(1920): Die Grundlagen der Biozönotik und MONARD's faunistische Prinzipien. Festschrift für ZSCHOKKE, Nr.:4.

- (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung. Die Binnengewässer 1. Stuttgart

- (1926): Das Leben im Süßwasser. Eine Einführung in die biologischen Probleme der Limnologie. Breslau.

- (1928): Der Sauerstoff im eutrophen und ologotrophen See. Die Binnengewässer 4. Stuttgart

- (1932): Die Tierwelt der Nepenthes - Kannen. Arch.Hydrobiol.Suppl. 11: 1-54.

- (1950): Die Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. Die Binnengewässer 18. Stuttgart

- (1951): Bücherbesprechungen: LIEBMANN,H. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie,Band 1. Arch.Hydrobiol. 45: 587-590.

- (1956): Leben und Umwelt. Hamburg.

THOMAS,E.A.(1944): Versuche über die Selbstreinigung fließenden Wassers. Mitt.Geb.Lebensmittelunters. und Hygiene 35: 199-218.

TILLE,A.(1907): Zur Geschichte der Saarflößerei und Saarschiffahrt.
Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen,Heft 7.
Saarländisches Landesarchiv Inv.Nr.: 681.

- (1914): Die Verhandlungen über die Mosel- und Saarkanalisierung.
Südwestdeutsche Flugschriften,Heft 29.

TRIBUS,M. & McIRVINE,E.C.(1971): Energy and Information.
Scientific American 224: 179-188.

TÜMPLING,W.von(1960): Probleme, Methoden und Ergebnisse biologischer Güteuntersuchungen an Vorflutern, dargestellt am Beispiel der Werra.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 45: 513-534.

- (1962): Statistische Probleme der biologischen Gewässerüberwachung.
Wasserwirtschaft Wassertechnik 12: 353-357.

- (1965): Die biologische Gewässeranalyse - ein Vergleich.
Fortschr.Wasserchemie 2: 232-237.

- (1966): Über den Zusammenhang zwischen Saprobiezustand und Faktoren des Sauerstoffhaushaltes in Fließgewässern.
Verh.int.Ver.Limnol. 16: 860-870.

- (1968): Probleme der Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit aus biologischer Sicht.
Fortschr.Wasserchemie und ihrer Grenzgebiete 9: 141-156.

TÜMPLING,W.von & MÜLLER,W.(1961):
Der Einfluß der Abwässer von Zuckerfabriken im Unstrutgebiet auf den Zustand der Vorfluter.
Wasserwirtschaft Wassertechnik 11: 257-262.

TÜMPLING,W.von & ZIEMANN,H.(1961):
Beitrag zur Kritik der Einheitsmethodik in der biologischen Gewässerbeurteilung.
Mitt.Inst.Wasserwirtsch. Berlin 12: 119-130.

UHL,F.(1924): Beiträge zur Molluskenfauna der Rheinpfalz.
Pfälz.Museum - Pfälz.Heimatkunde 1924: 131,132, 175.

- (1925): Beiträge zur Molluskenfauna der Rheinpfalz.
Pfälz.Museum - Pfälz.Heimatkunde 1925: 263-265.

VAICUM,L., GODEANUS,S. & SIRBU,X.(1966):
Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der enzymatischen Tätigkeit und der Ökologie des Belebtschlamms.
Verh.int.Ver.Limnol. 16: 915-925.

VENTZ,D.(1964): Beitrag zur Saprobiologie einiger Organismen.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 49: 133-138.

VIEHL,K.(1950): Über den Einfluß der Temperatur auf die biologischen Umsetzungen im Wasser und Schlamm unter besonderer Berücksichtigung der Wirkung von Warmwassereinleitern auf den Vorfluter.
Ges.Ing. 71: 349-352.

WACHS,B.(1967): Die Ologochaetenfauna der Fließgewässer unter besonderer Berücksichtigung der Beziehung zwischen Tubificiden - Besiedlung und dem Substrat.
Arch.Hydrobiol. 63: 310-386.

WALTER,G. & SCHARF,R.(1961):
Das biologische Gütebild der unteren Oder und der Lausitzer Neiße.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 46: 130-161.

WARNECKE,G.(1936): Über die Konstanz der ökologischen Valenz einer Tierart als Voraussetzung für zoogeographische Untersuchungen.
Entomol.Rundschau 53: 203-206,217-219,230-232.

WEBER,H.(1949): Biologie der Süßwassertiere.
Wirbellose Tiere.
Berlin-Wien.

WEIMANN,R.(1952): Abwassertypen in Nordrhein-Westfalen.
Schweiz.Z.Hydrol. 14: 371-433.

- (1958): Verschmutzte Wasserläufe.
Stuttgart.

- (1960): Noch einmal zum "Streit" um gute Verfahren der Flußüberwachung.
Dt.Gewässerkundl.Mitt. 4: 133-135.

WENZ,W.(1944): Unsere Flußperlmuscheln in Vergangenheit und Gegenwart.
Natur und Volk 74: 155-157.

WERNEBURG,P.(1907): Schiffsbetrieb und Schleusengröße auf kanalisierten Flüssen.
Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen,Heft 11.
Saarländisches Landesarchiv 683.

- (1914): Über die Ausführung und Verwertung von Wasserkraftwerken an kanalisierten Flüssen,insbesondere an der zu kanalisierenden Saar.
Südwestdeutsche Wirtschaftsfragen,Heft 14.

WESENBERG-LUND,C.(1939): Biologie der Süßwassertiere.
Wien.

WETZEL,A.(1951): Ein Fluß nach 20 Jahren.
Ges.Ing. 72: 234-235,261-264.

- (1969): Technische Hydrobiologie.
Leipzig.

WIENER,N.(1948): Cybernetics.
New York.

WILHM,J.L. & DORRIS,T.C.(1968): Biological parameters for water quality criteria.
Bio Science 18: 477-481.

WHITLEY,L.S.(1962): New sampler for use in shallow streams.
Limnol.Oceanogr. 7: 265-266.

WHITTAKER,R.H.(1970): Communities and ecosystems.
New York.

WILSON,E.O. & BOSSERT,W.H.(1973):
Einführung in die Populationsbiologie.
Heidelberg.

WOLTERECK,R.(1940): Grundzüge einer allgemeinen Biologie.
2. Aufl. Stuttgart

WRIGHT,R.T. & HOBBIE,J.E.(1966): Use of glucose and acetate by bacteria and algae in aquatic ecosystems.
Ecology 17: 447-461.

WUHRMANN,K.(1945): Beitrag zur Kenntnis der Physiologie der Schmutzwasserorganismen.
Verh.Schweiz.Naturf.Ges. Zürich 126: 142-143.

WUHRMANN,K.(1951): Über die biologische Prüfung von Abwasserreinigungsanlagen.
Ges.Ing. 72: 1-9.

– (1957): Die dritte Reinigungsstufe.
Wege und bisherige Erfolge in der Eliminierung eutrophierender Stoffe.
Schweiz.Z.Hydrol. 19: 409-427.

WUHRMANN,K., EICHENBERGER,E., KRÄHENHÜBEL,H.R. & RUCHTI,J.
Modelluntersuchungen über die Selbstreinigung in Fließgewässern.
Verh.int.Ver.Limnol. 16: 897-905.

WUHRMANN,K. & KOESTLER,S.(1950):
Über den Vitaminbedarf des Abwasserbakteriums Sphaerotilus natans KÜTZ.
Verh.Schweiz.Naturf.Ges. Davos 1950: 177-178.

WUHRMANN,K. & WOKER,H.(1953):
Über die Giftwirkung von Ammoniak- und Cyanidlösungen mit verschiedener Sauerstoffspannung und Temperatur auf Fische.
Schweiz.Z.Hydrol. 15: 235-260.

WUNDSCH,H.H.(1922): Beitrag zur Biologie von Gammarus pulex(L).
Arch.Hydrobiol. 13: 478-531.

– (1924): Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna und -flora in ihrer Bedeutung für die theoretische und angewandte Limnologie.
Verh.int.Ver.Limnol. 2: 13-59.

ZAHNER,R.(1959): Die Bindung der Calopteryx - Arten an das strömende Wasser.
Int.Rev.ges.Hydrobiol. 44: 51-130.

ZAHNER,R.(1965): Organismen als Indikatoren für den Gewässerzustand.
Arch.Hygiene und Bakteriologie 149: 243-256.

ZEISSLER,H.(1971): Die Muschel Pisidium.
Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen Sphaeriaceae.
Limnologica 8: 453-503.

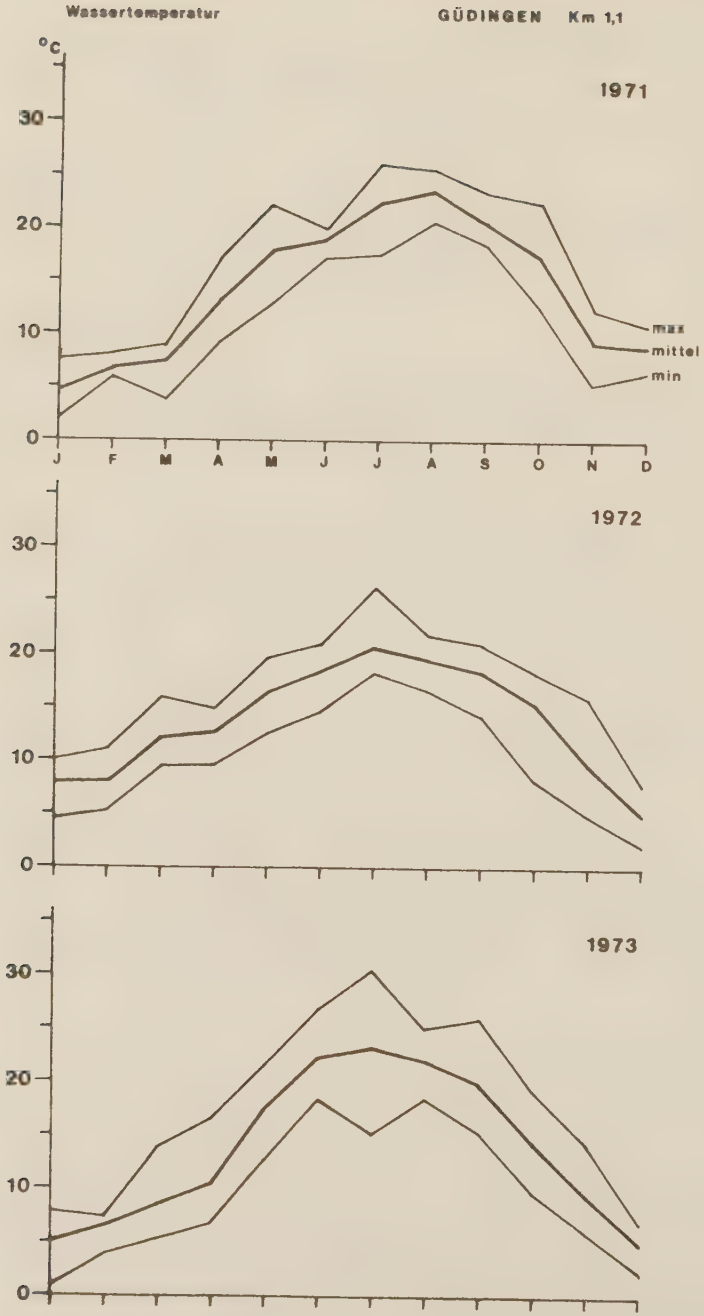
ZELINKA,M. & MARVAN,P.(1961):
Zur Präzisierung der biologischen Klassifizierung der Reinheit fließender Gewässer.
Arch.Hydrobiol. 57: 389-407.

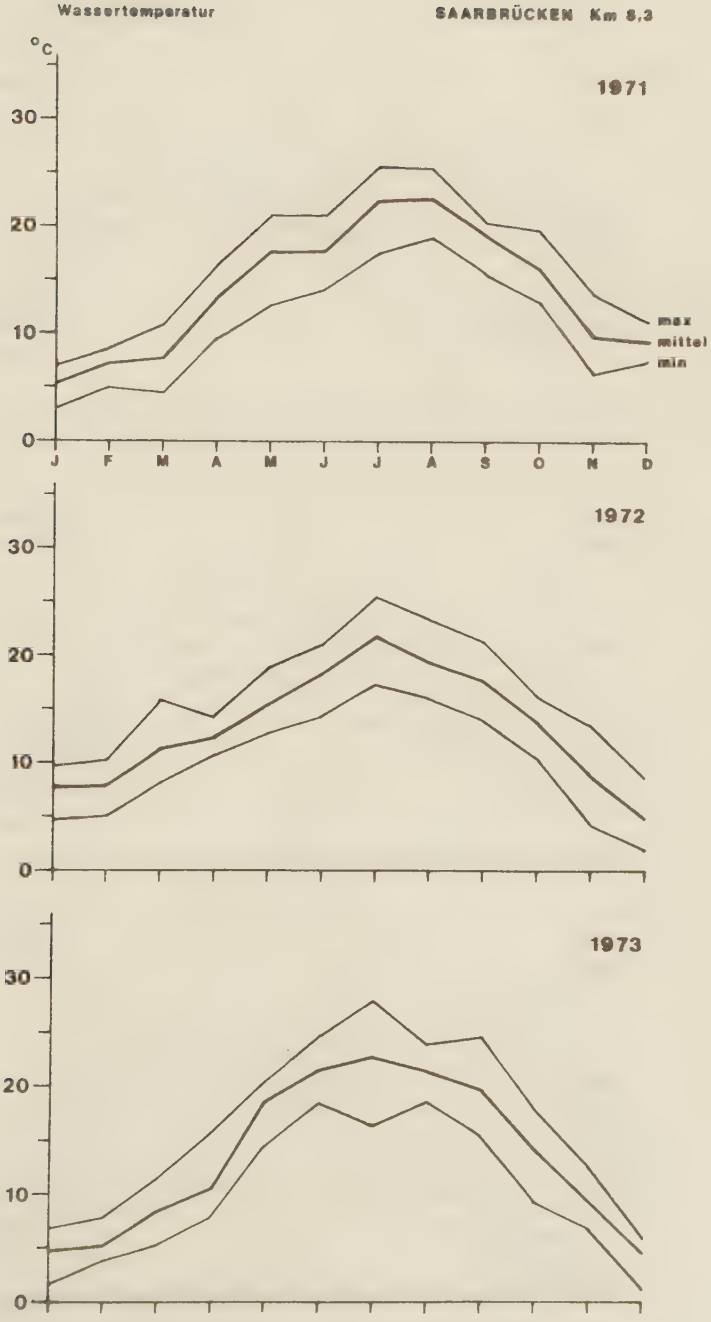
- (1966): Bemerkungen zu neuen Methoden der saprobiologischen Wasserbeurteilung.
Ver.int.Ver.Limnol. 16: 817-822.

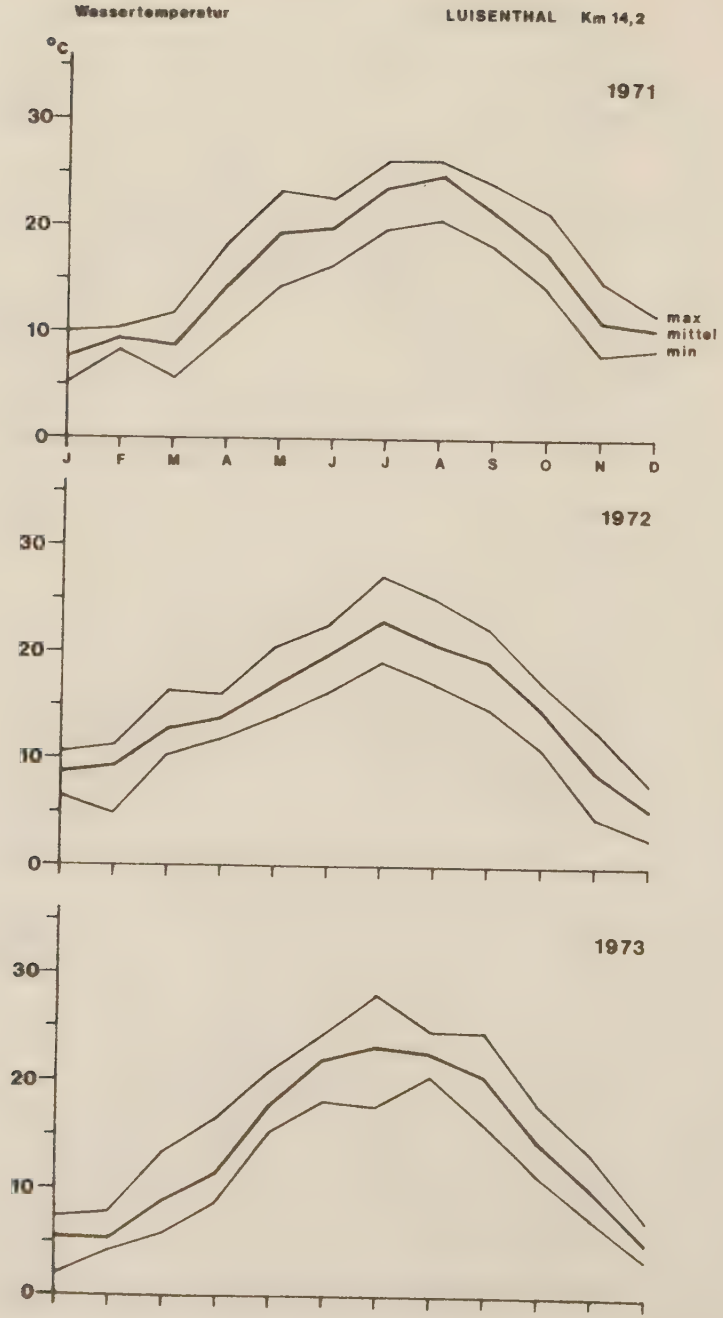
ZILCH,A.(1962): Ergänzungen und Berichtigungen zur Systematik.
BROHMER-EHRMANN-ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas,Bd 2,Lieferung 1,Ergänzung:1-23.

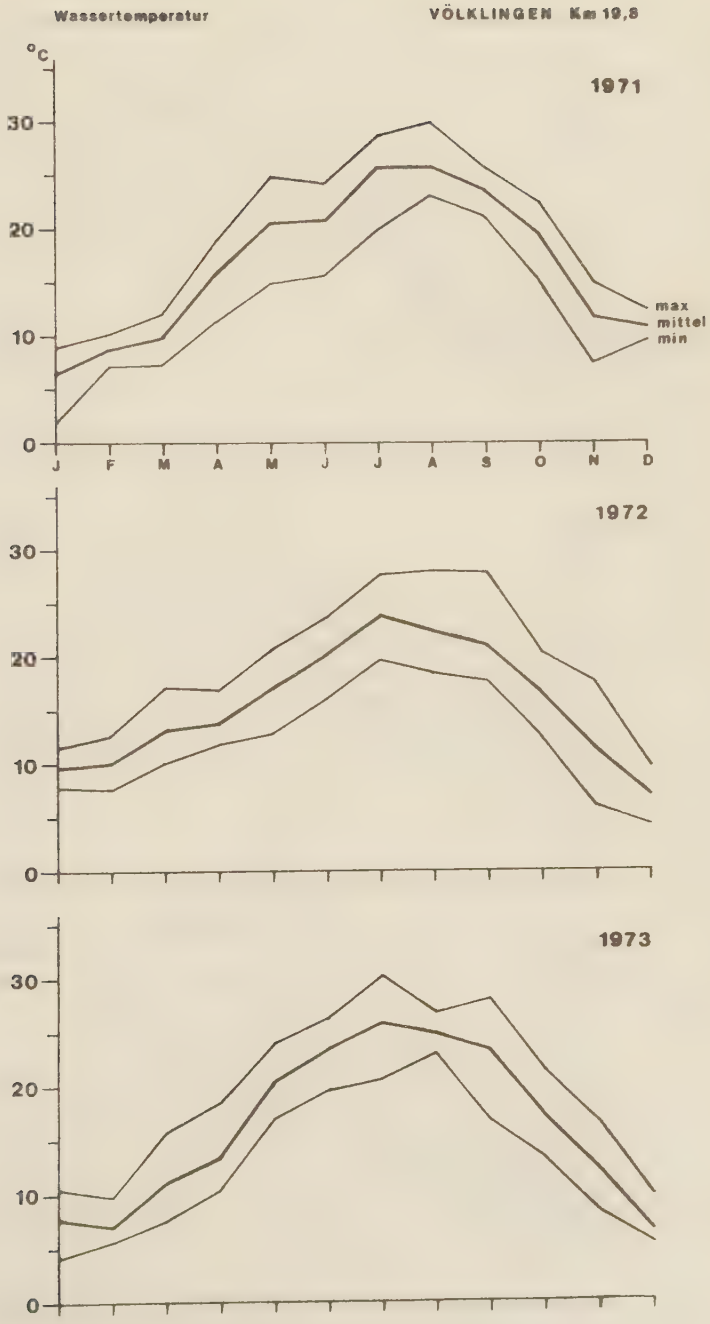
ZIMMERMANN,P.(1961): Experimentelle Untersuchungen über die ökologische Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaften des fließenden Wassers.
Schweiz.Z.Hydrol. 23: 1-81.

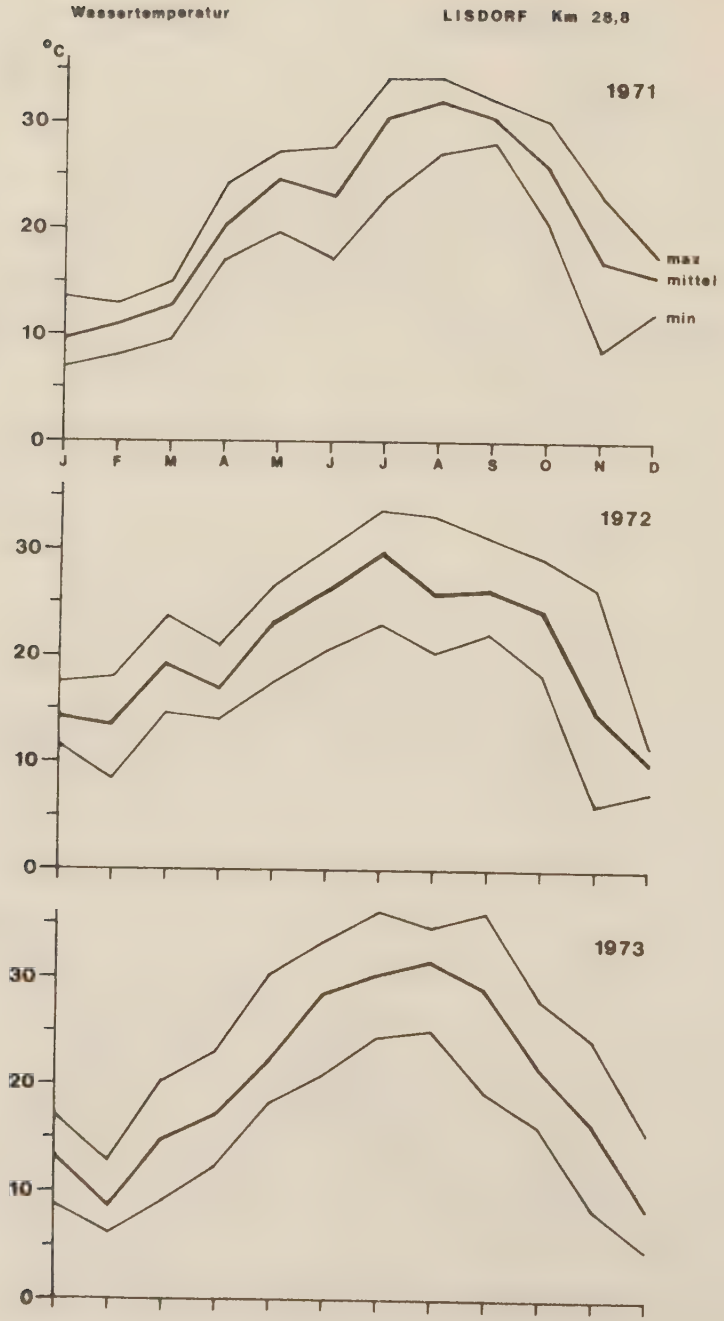
ANHANG

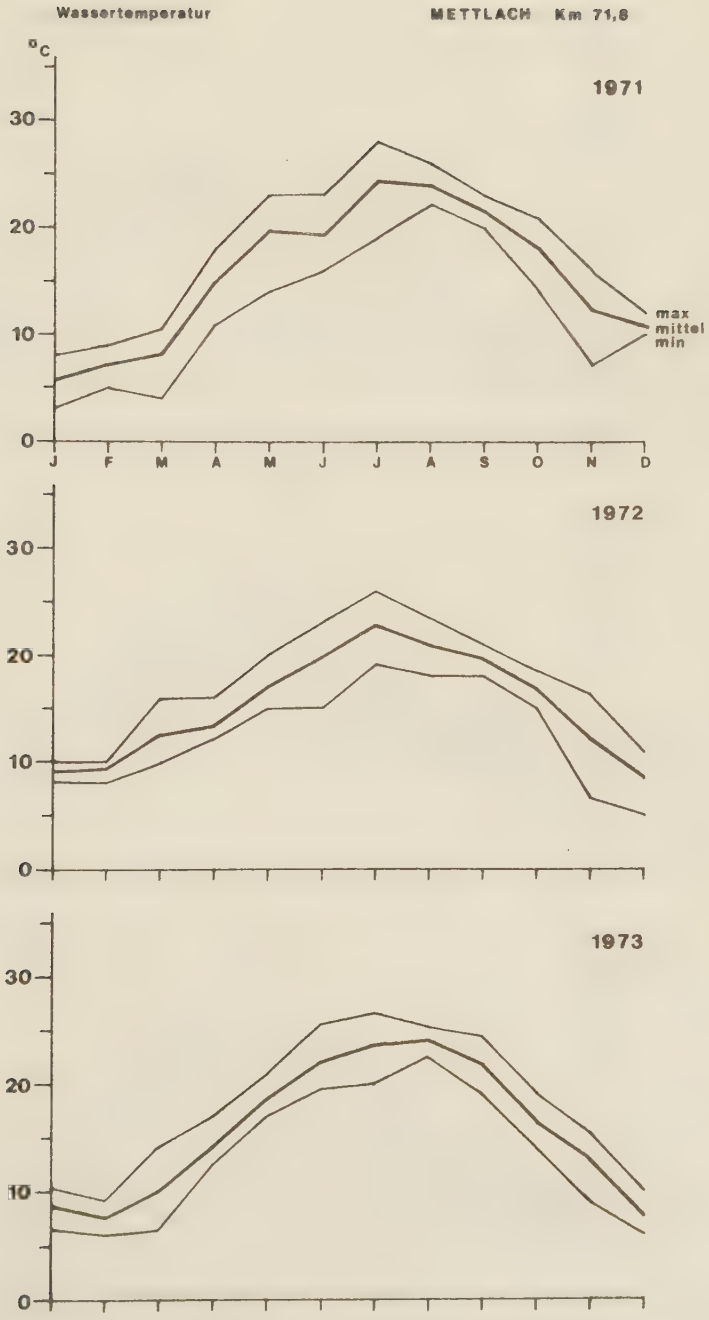

Wassertemperatur
GÜDINGEN Km 1,1
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
J F M A M J J A S O N D
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

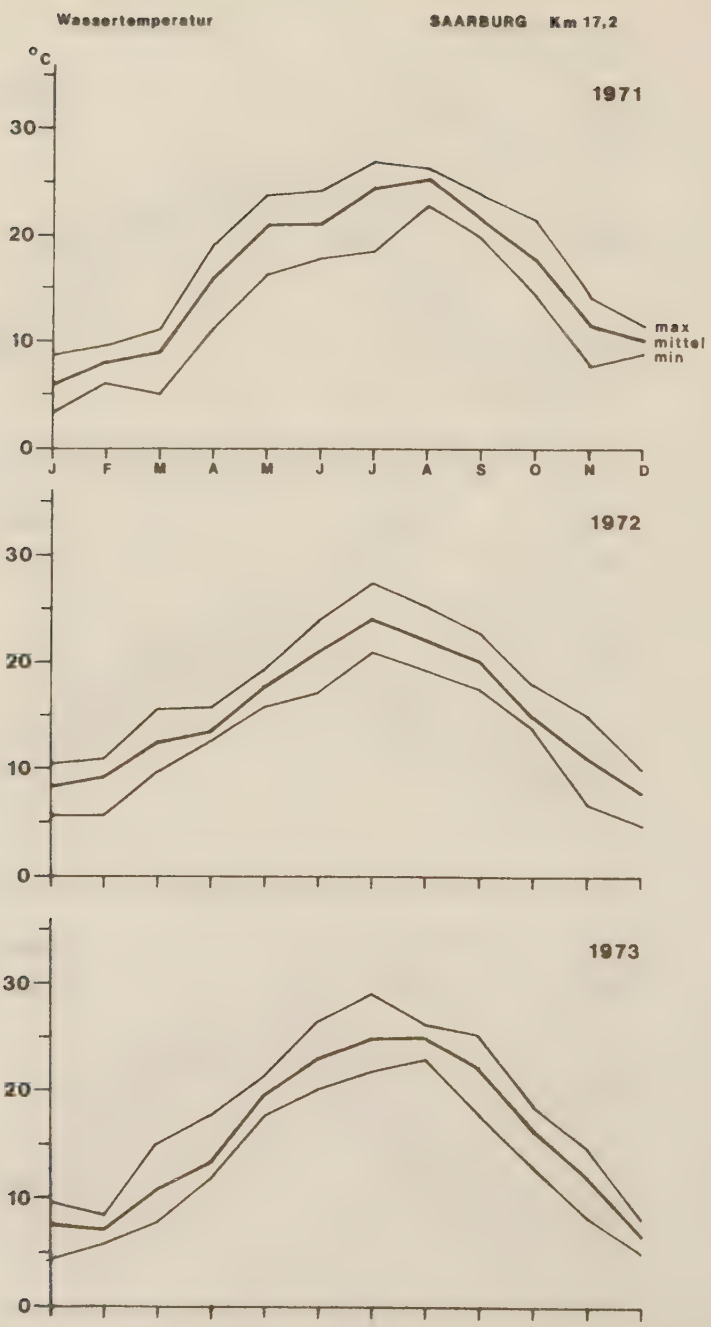

Wassertemperatur
SAARBRÜCKEN Km 8,3
°C
1971
30
20
10
0
J F M A M J J A S O N D
max
mittel
min
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

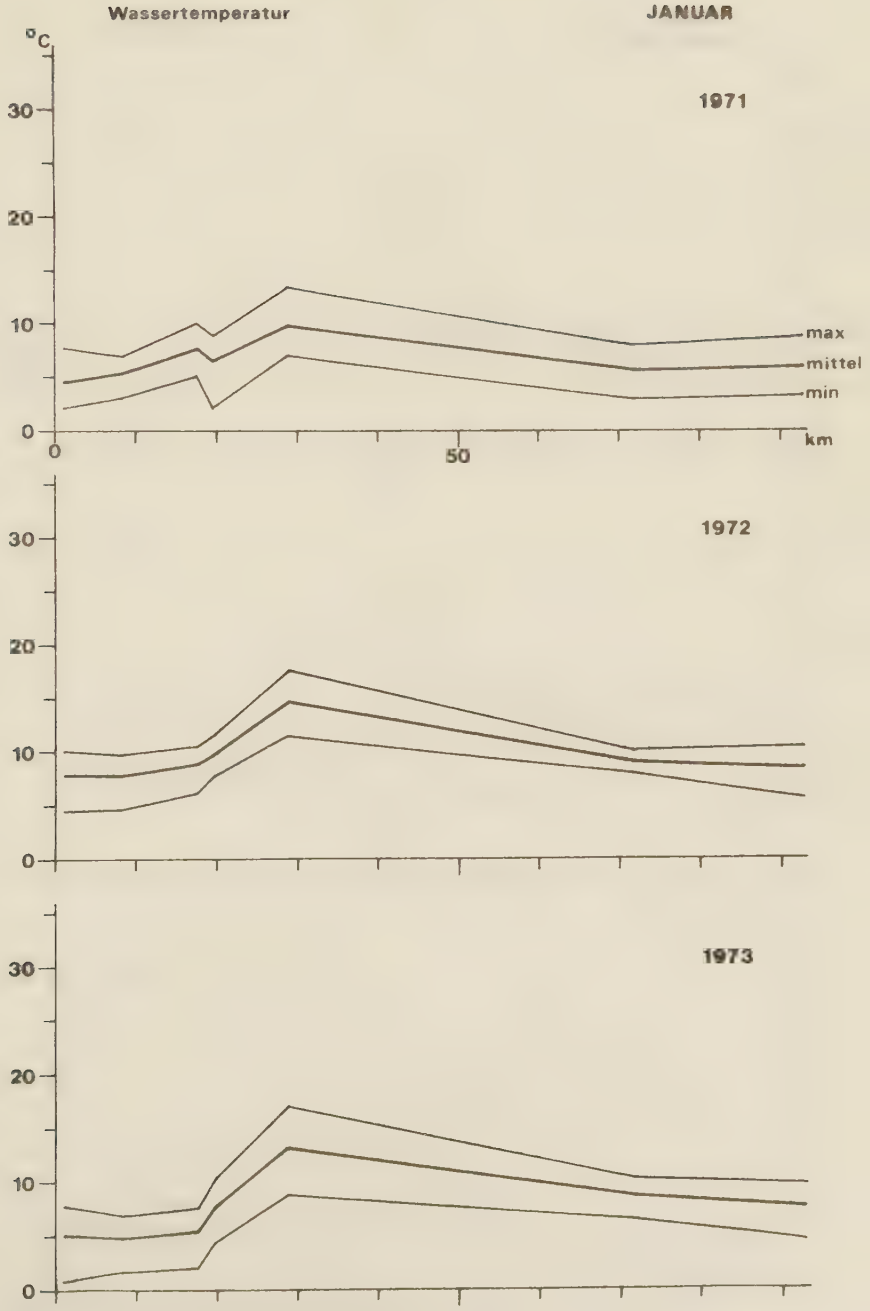

Wassertemperatur
LUISENTHAL Km 14,2
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
J F M A M J J A S O N D
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

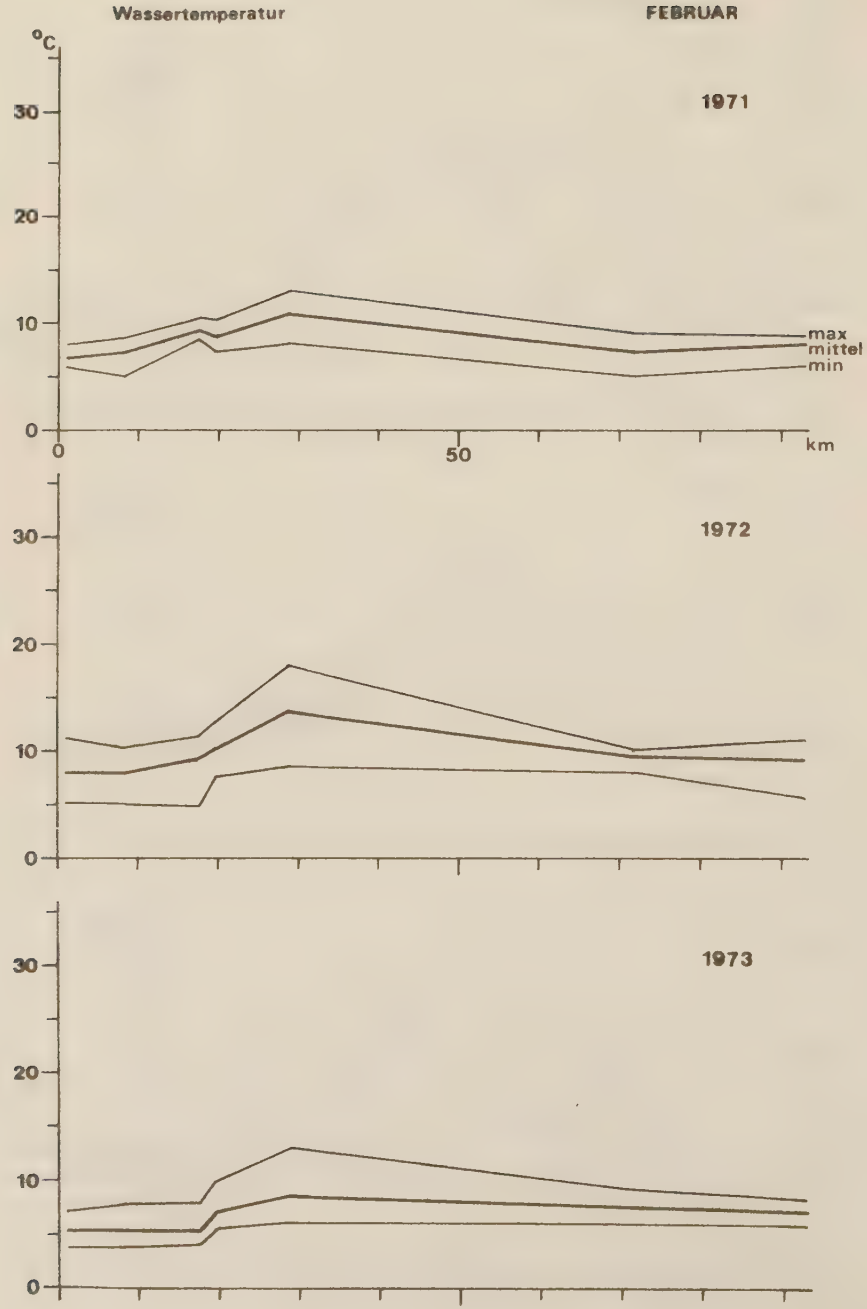

Wassertemperatur
VÖLKLINGEN Km 19,8
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
J F M A M J J A S O N D
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

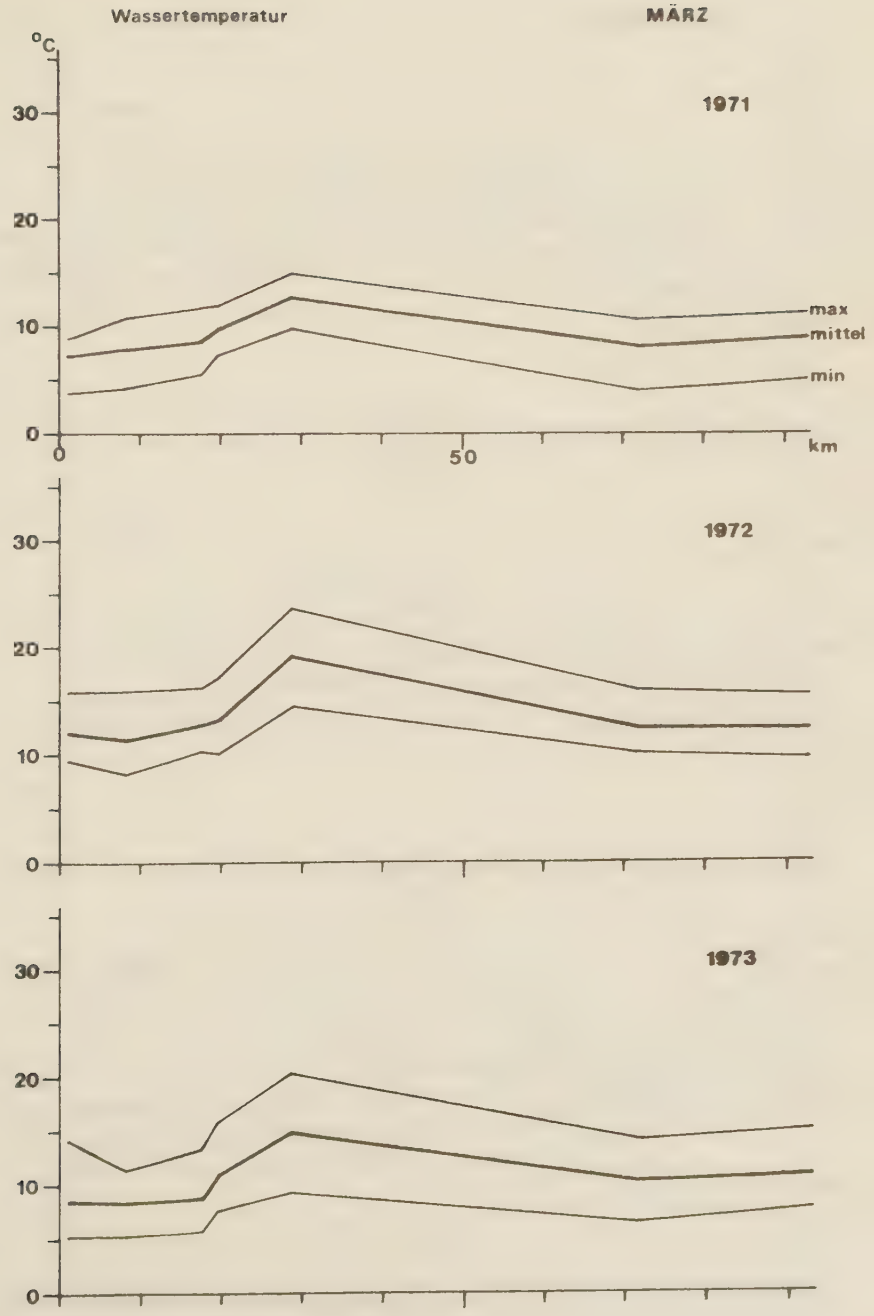

Wassertemperatur
LISDORF Km 28,8
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
J F M A M J J A S O N D
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

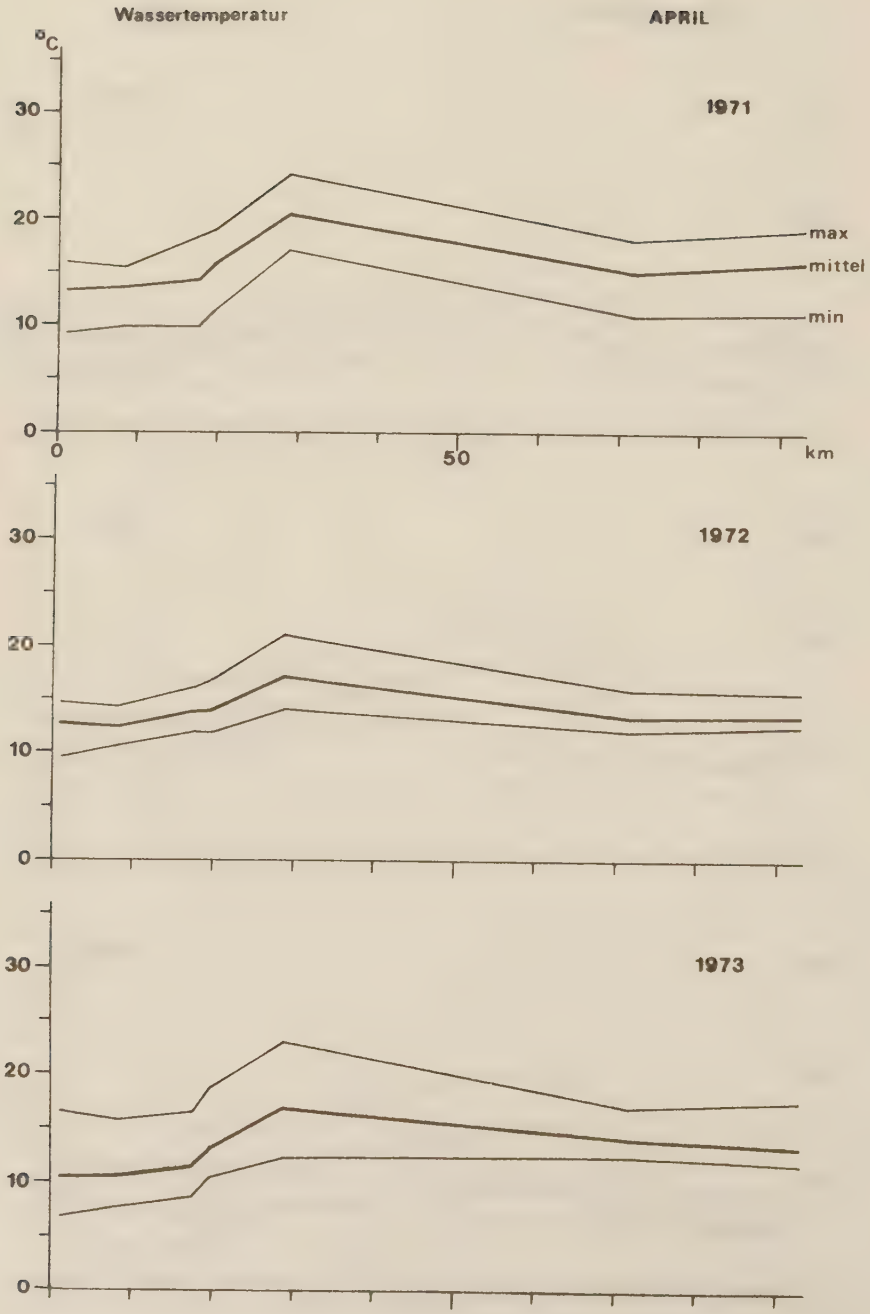

Wassertemperatur
METTLACH Km 71,8
°C
1971
30
20
10
0
J F M A M J J A S O N D
max
mittel
min
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

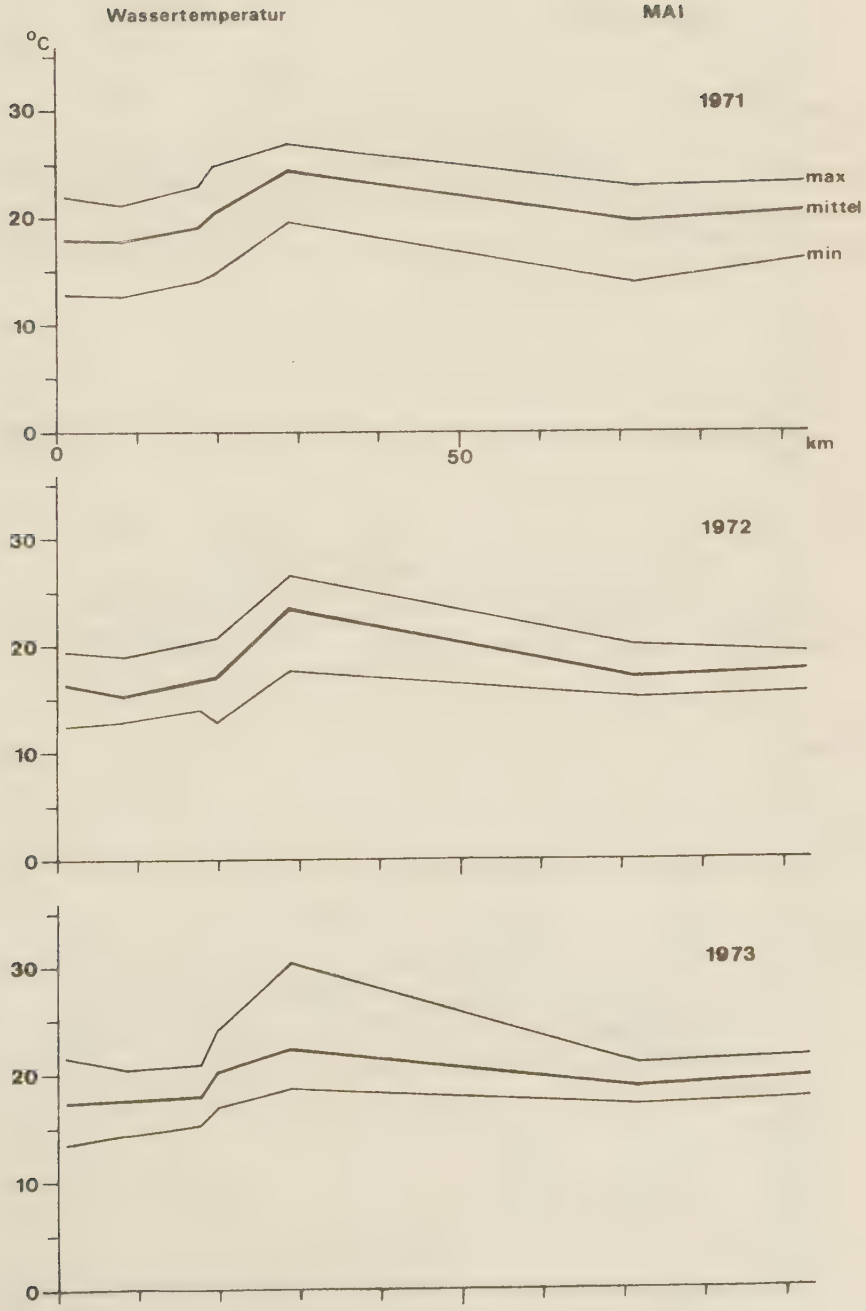

Wassertemperatur
SAARBURG Km 17,2
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
J F M A M J J A S O N D
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

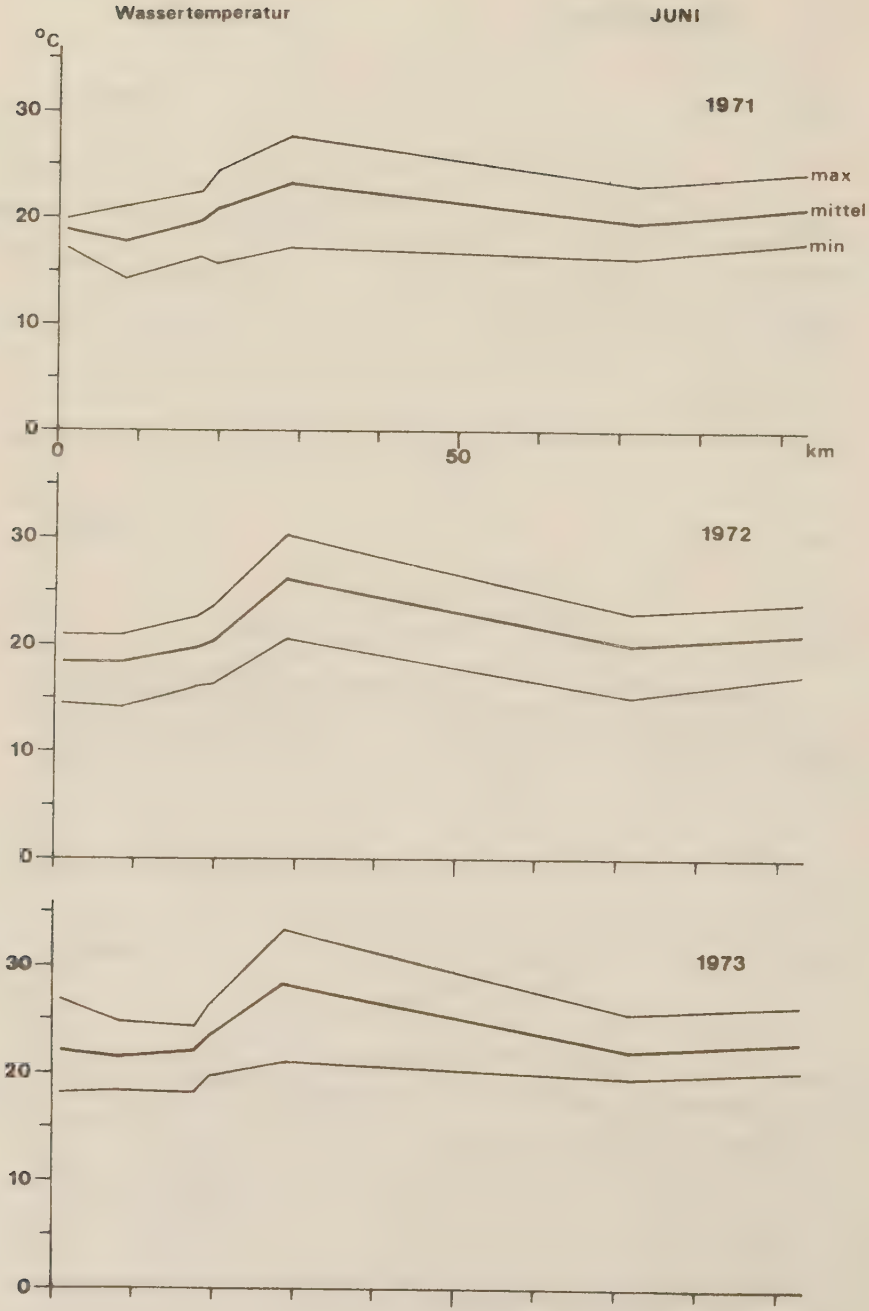

Wassertemperatur
JANUAR
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
0
50
km
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

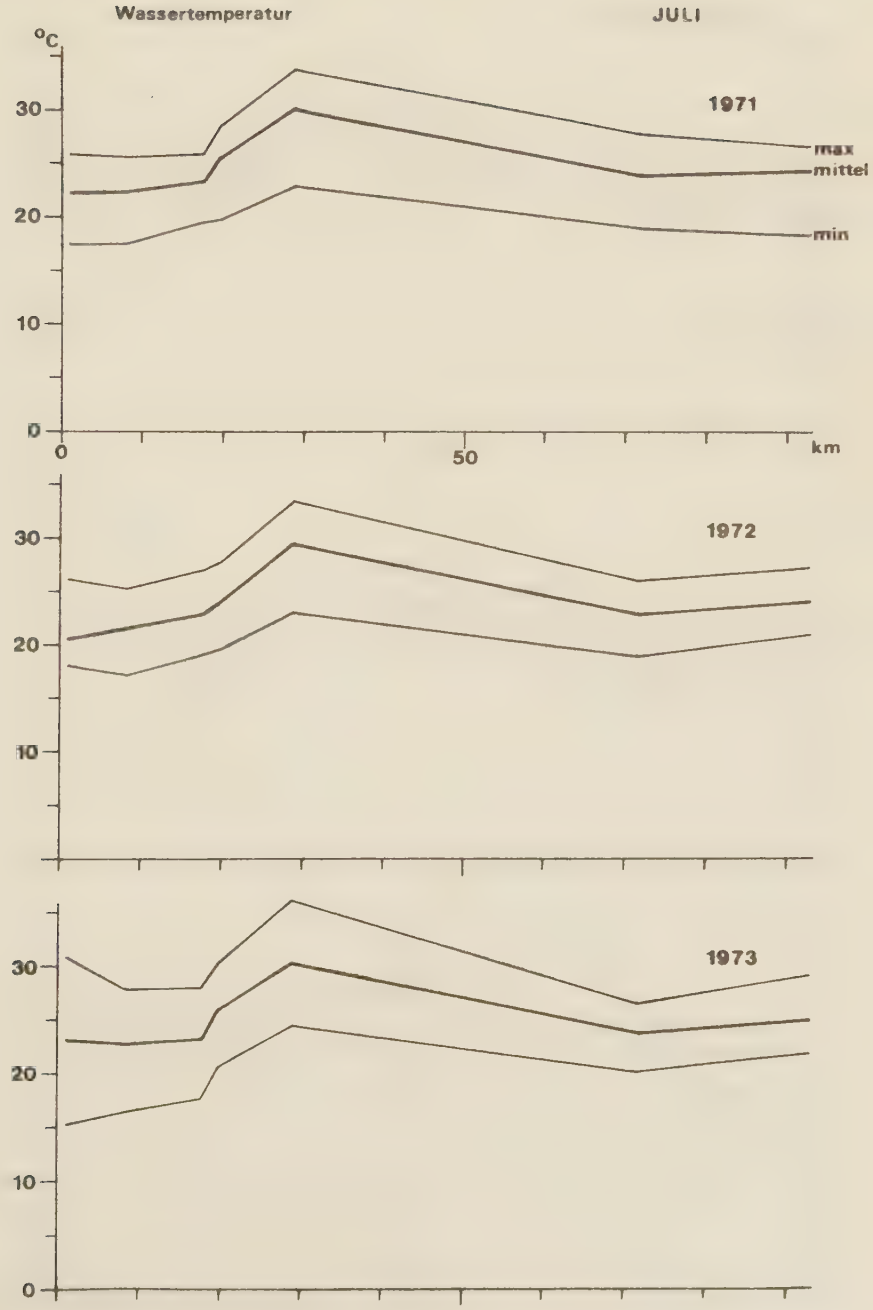

Wassertemperatur
FEBRUAR
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
0
50
km
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

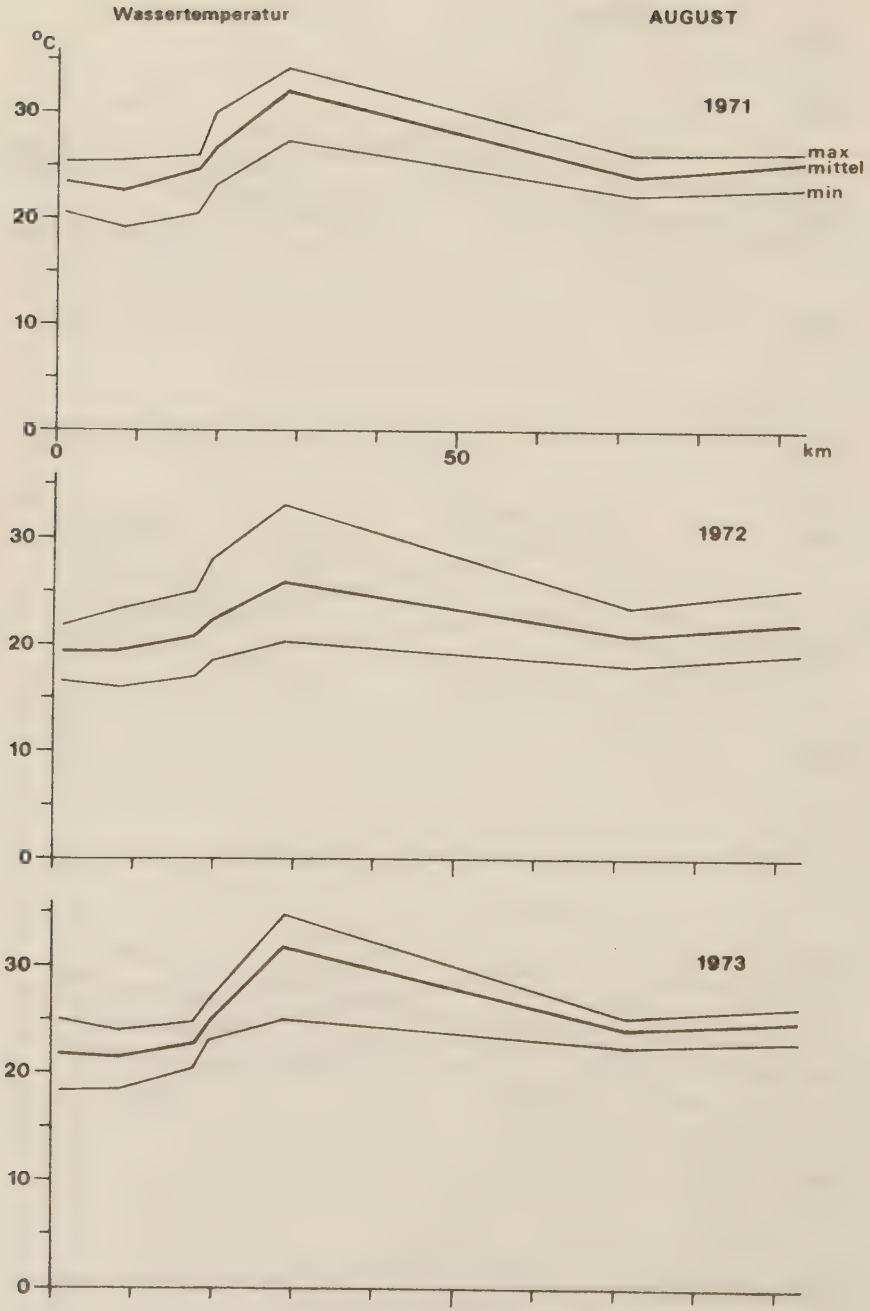

Wassertemperatur
MÄRZ
°C
1971
30
20
10
0
max
mittel
min
0
50
km
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

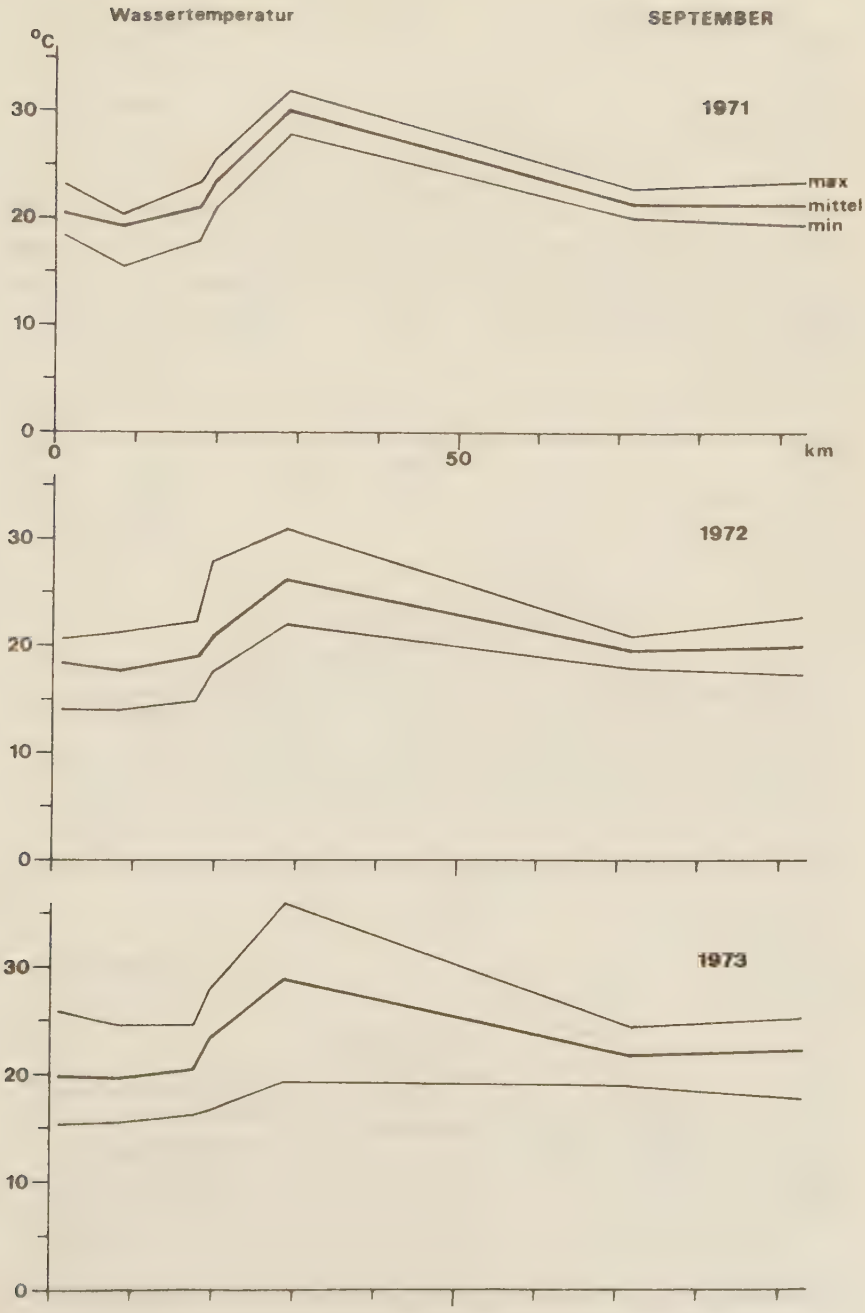

Wassertemperatur
APRIL
°C
30
20
10
0
1971
max
mittel
min
0
50
km
1972
1973

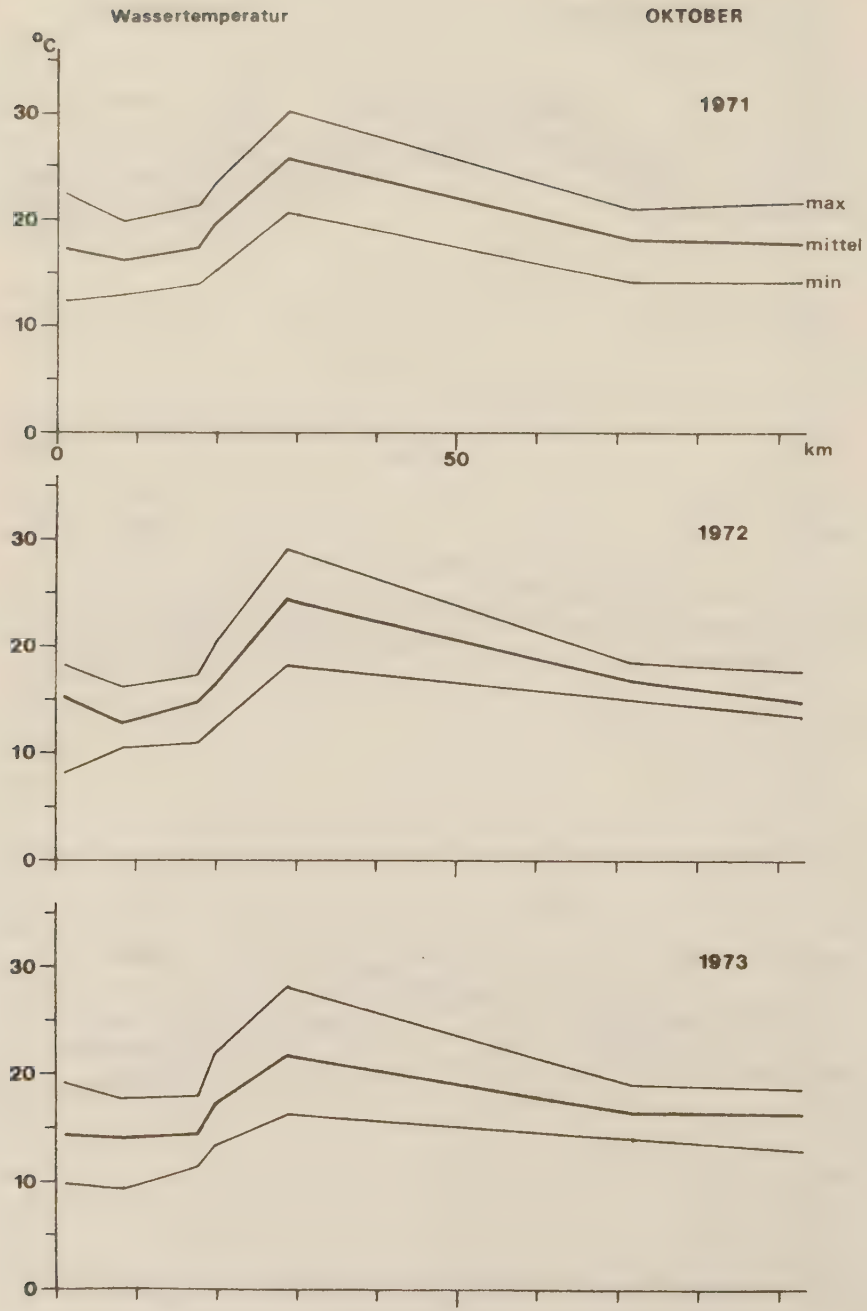

Wassertemperatur
MAI
°C
1971
max
mittel
min
30
20
10
0
0
50
km
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0

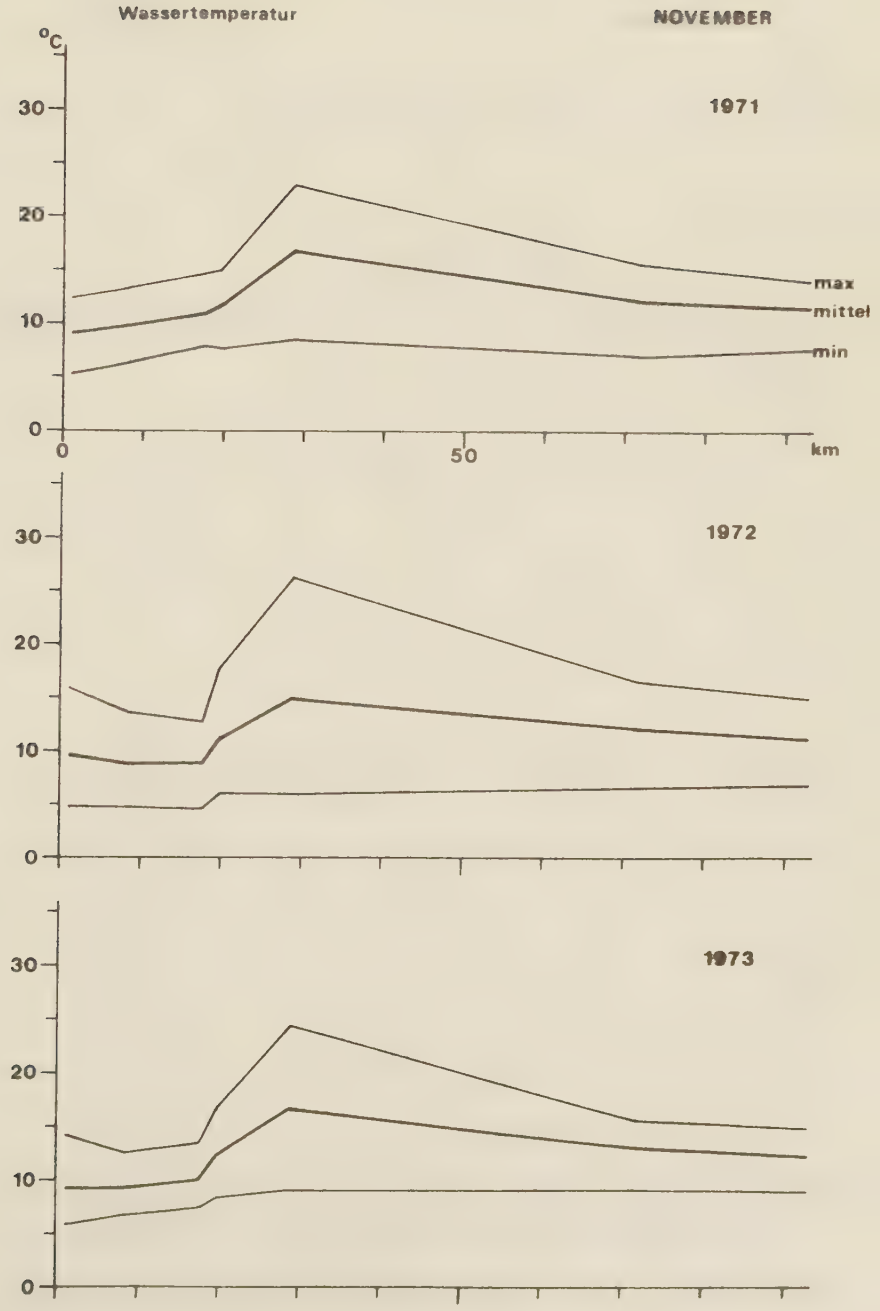

Wassertemperatur
JUNI
°C
1971
max
mittel
min
30
20
10
0
0
50
km
1972
1973

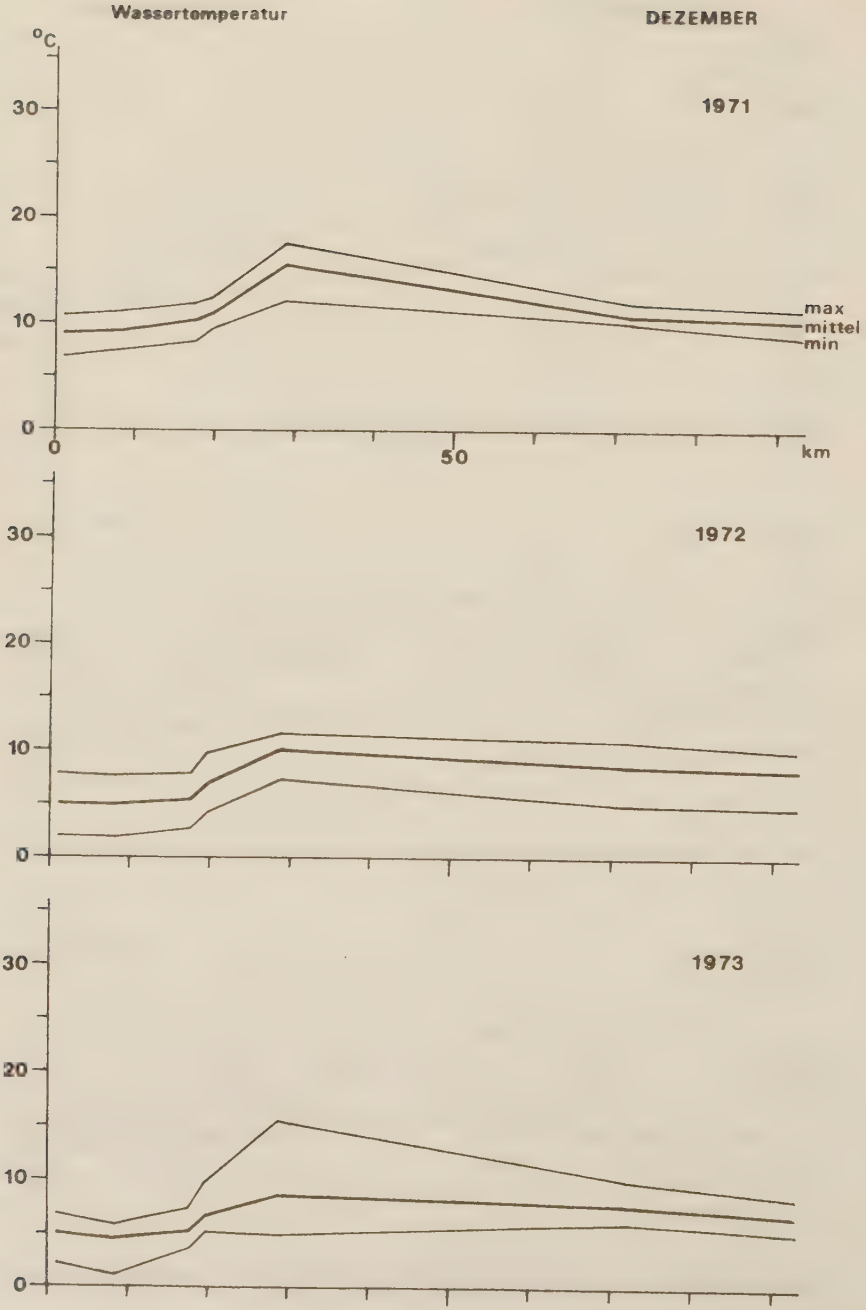

Wassertemperatur
JULI
°C
30
20
10
0
1971
max
mittel
min
0
50
km
1972
1973


Wassertemperatur
AUGUST
°C
30
20
10
0
1971
max
mittel
min
0
50
km
1972
1973


Wassertemperatur
SEPTEMBER
°C
1971
max
mittel
min
30
20
10
0
0
50
km
1972
30
20
10
0
1973
30
20
10
0


Wassertemperatur
OKTOBER
°C
1971
max
mittel
min
30
20
10
0
0
50
km
1972
1973


Wassertemperatur
NOVEMBER
°C
30
20
10
0
1971
max
mittel
min
0
50
km
30
20
10
0
1972
30
20
10
0
1973


Wassertemperatur
DEZEMBER
°C
30
20
10
0
1971
max
mittel
min
0
50
km
30
20
10
0
1972
30
20
10
0
1973

Hütte Röchling-Burbach 1971

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Pumpenhaus 2.Hochofenkanal 3.Pumpenhaus

4.Walzwerkskanal; 5.Kühlwasserentnahme 6.Aufheizung

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	m^3/sec	Gcal/sec
Jan	3,2	6,0	7,4	-	-	-	2,1	5,5	7,4	7,5	12,2	16,4	1,1	0,007
Feb	6,6	8,1	9,2	-	-	-	6,1	7,9	9,3	11,8	13,7	15,4	1,1	0,006
Mär	-	-	-	-	-	-	4,9	8,3	10,9	10,0	14,0	16,8	1,1	0,006
Apr	-	-	-	-	-	-	10,5	14,2	17,4	16,5	19,2	23,4	1,1	0,006
Mai	-	-	-	-	-	-	13,2	18,1	21,2	16,9	23,4	26,9	1,1	0,006
Jun	-	-	-	-	-	-	15,0	18,4	21,7	20,1	23,3	27,6	1,1	0,005
Jul	-	-	-	-	-	-	17,9	22,7	26,9	23,0	27,8	33,0	1,1	0,006
Aug	-	-	-	-	-	-	19,8	22,5	25,3	24,1	27,7	31,0	1,1	0,005
Sep	-	-	-	-	-	-	16,7	19,6	21,9	21,6	24,1	26,4	1,1	0,005
Okt	-	-	-	-	-	-	13,3	16,6	20,2	16,6	20,9	24,8	1,1	0,005
Nov	7,5	10,3	14,2	14,9	16,2	17,5	7,2	10,6	14,0	12,0	15,3	18,2	1,1	0,005
Dez	7,9	9,9	11,5	-	-	-	7,9	10,1	11,8	12,5	15,0	16,8	1,1	0,005

Hütte Röchling-Burbach 1972

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Pumpenhaus 2.Hochofenkanal 3.Pumpenhaus 4.Walzwerkskanal; 5.Kühlwasserentnahme 6.Aufheizung

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	m^3/sec	Gcal/sec
Jan	5,7	8,9	10,5	8,0	12,5	15,5	5,3	8,8	10,7	9,6	13,9	16,0	1,1	0,006
Feb	5,6	9,1	11,0	7,9	14,9	17,0	5,5	9,0	11,0	10,2	14,3	16,5	1,1	0,006
Mär	9,4	12,3	15,9	14,9	18,8	21,9	9,2	12,4	16,0	13,9	17,1	20,4	1,1	0,005
Apr	11,8	13,3	15,3	16,2	21,1	27,0	12,0	13,5	15,5	15,4	17,6	19,4	1,1	0,005
Mai	13,6	15,5	18,9	16,2	21,8	27,6	13,7	16,5	19,4	17,1	20,1	23,1	1,1	0,004
Jun	15,2	18,4	21,0	19,0	22,4	27,5	15,5	18,7	21,5	18,2	22,2	25,0	1,1	0,004
Jul	18,0	20,6	23,0	25,9	28,4	31,8	17,9	20,3	24,0	20,5	25,5	31,8	1,1	0,006
Aug	15,1	18,5	23,0	22,5	27,1	30,0	15,9	19,4	24,1	21,4	26,0	30,9	1,1	0,007
Sep	14,8	17,2	20,1	22,0	24,2	28,5	15,2	17,2	20,8	20,7	22,5	27,1	1,1	0,005
Okt	9,9	13,4	15,2	16,5	19,9	21,8	9,9	13,1	15,9	17,4	20,1	22,5	1,1	0,008
Nov	4,9	8,7	13,5	11,5	16,1	20,6	4,9	9,0	13,6	12,1	16,0	19,8	1,1	0,008
Dez	2,7	5,1	7,6	7,0	12,3	15,9	2,0	5,2	8,0	8,4	12,8	15,9	1,1	0,008

Hütte Röchling-Burbach 1973

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Pumpenhaus 2.Hochofenkanal 3.Pumpenhaus

4.Walzwerkskanal; 5.Kühlwasserentnahme 6.Aufheizung

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	m^3/sec	Gcal/sec
Jan	1,8	5,1	7,0	6,8	13,2	15,7	1,2	5,0	7,0	8,9	12,9	14,8	1,1	0,009
Feb	4,2	5,3	6,9	12,3	14,6	17,0	4,2	5,4	7,2	10,8	13,5	15,5	1,1	0,009
Mär	5,8	8,4	12,0	14,0	18,1	22,8	5,8	8,6	12,8	12,6	15,7	19,0	1,1	0,008
Apr	8,3	10,3	15,0	15,3	18,5	24,0	8,6	10,6	15,9	14,0	17,0	21,9	1,1	0,007
Mai	14,0	16,8	19,7	21,5	24,6	27,9	15,0	17,4	20,5	19,8	23,3	26,9	1,1	0,007
Jun	17,1	20,0	22,9	24,1	28,0	30,0	18.3	21,2	24,9	23,5	26,8	29,5	1,1	0,006
Jul	15,8	21,2	25,9	23,4	28,5	32,0	16,7	22,3	27,3	-	-	-	1,1	0,005
Aug	18,2	19,1	19,7	27,4	28,8	30,0	19,0	21,4	23,2	24,5	26,3	27,9	1,1	0,005
Sep	16,0	19,6	22,8	19,1	24,3	29,0	14,9	19,7	24,5	20,8	24,3	28,4	1,1	0,005
Okt	12,2	15,0	19,3	16,9	19,9	23,0	10,8	14,3	18,0	-	-	-	1,1	0,003
Nov	8,8	11,1	13,9	13,9	16,4	19,2	7,1	9,7	12,6	14,3	15,6	17,1	1,1	0,006
Dez	4,9	6,5	8,1	9,8	12,1	13,8	3,0	5,0	7,8	7,6	9,9	12,8	1,1	0,005

Kraftwerk Fenne 1971

Kühlwassertemperaturen(^{o}C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	3	8	5,56	0,022	5,2	11,1	7,0	0,0381	8	13	8,34	0,0500
Feb	6	11	5,56	0,027	7,6	12,4	5,8	0,0205	9	14	8,34	0,0417
Mär	5	10	5,56	0,027	8,3	14,1	5,58	0,0277	11	17	6,38	0,0387
Apr	10	17	4,17	0,029	13,5	20,8	6,0	0,0417	16	23	8,34	0,0669
Mai	12	19	5,56	0,029	14,3	24,2	6,95	0,0457	21	27	8,34	0,0582
Jun	16	23	5,56	0,033	18,1	24,8	6,97	0,0464	20	27	8,34	0,0582
Jul	17	24	5,45	0,038	22,2	29,1	7,75	0,0532	26	34	8,80	0,0669
Aug	20	26	5,56	0,033	22,1	29,3	8,03	0,0555	25	32	8,34	0,0669
Sep	17	24	5,56	0,038	18,7	26,0	8,28	0,0568	20	27	8,34	0,0582
Okt	12	19	5,56	0,034	15,9	22,8	7,43	0,0545	19	26	8,34	0,0582
Nov	6	13	4,17	0,029	10,1	17,0	6,84	0,0474	13	20	8,34	0,0582
Dez	7	14	6,84	0,047	10,0	16,9	8,2	0,0554	11	18	8,34	0,0669

Kraftwerk Fenne 1972

Kühlwassertemperaturen(^{o}C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	7	13	5,56	0,0334	8,5	14,5	5,85	0,0349	10	16	8,34	0,0500
Feb	5	11	5,56	0,0334	10,0	14,8	7,25	0,0435	11	17	8,34	0,0500
Mär	10	16	4,06	0,0244	11,8	17,7	5,51	0,0323	15	21	5,56	0,0334
Apr	11	16	2,78	0,0139	12,9	18,5	5,47	0,0320	14	20	5,56	0,0334
Mai	12	17	2,78	0,0139	15,2	20,9	5,36	0,0315	18	24	5,68	0,0340
Jun	15	21	2,78	0,0167	17,8	23,8	5,32	0,0317	20	26	5,56	0,0334
Jul	17	23	5,56	0,0277	20,9	27,2	7,25	0,0462	24	30	8,80	0,0582
Aug	16	23	5,56	0,0334	19,8	26,6	7,37	0,0485	25	31	8,34	0,0582
Sep	14	20	5,56	0,0334	17,3	23,7	7,59	0,0493	24	31	8,34	0,0582
Okt	11	18	5,56	0,0334	13,6	19,9	7,19	0,0464	16	23	8,34	0,0582
Nov	5	11	5,56	0,0334	9,8	15,3	6,9	0,0422	13	20	8,34	0,0582
Dez	5	11	2,78	0,0167	6,6	12,4	5,0	0,0319	8	13	8,23	0,0494

Kraftwerk Fenne 1973

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	3	9	2,78	0,0174	5,8	11,9	5,33	0,0332	7	14	5,56	0,0387
Feb	5	11	2,78	0,0167	5,8	11,9	4,45	0,0316	8	14	5,56	0,0387
Mär	7	13	3,13	0,0188	8,7	14,6	5,48	0,0327	12	18	5,56	0,0334
Apr	9	15	2,78	0,0181	10,7	16,9	5,3	0,0365	15	22	5,56	0,0500
Mai	14	21	2,78	0,0195	16,9	23,6	6,15	0,0424	20	27	8,34	0,0582
Jun	18	25	2,78	0,0195	20,7	27,7	5,29	0,0369	23	30	5,68	0,0396
Jul	18	23	5,56	0,0222	23,6	27,6	7,37	0,0344	27	31	8,34	0,0500
Aug	20	26	-	0,0222	22,4	27,0	-	0,0297	24	28	-	0,0500
Sep	15	20	5,56	0,0222	21,0	25,3	6,65	0,0315	24	29	8,34	0,0500
Okt	11	16	5,56	0,0277	14,3	19,8	7,89	0,0425	18	23	8,34	0,0500
Nov	8	13	5,56	0,0274	10,5	15,8	7,89	0,0404	13	18	8,34	0,0500
Dez	5	10	5,56	0,0222	5,5	10,3	7,28	0,0354	7	12	8,34	0,0417

Kraftwerk Wehrden 1971

Kühlwassertemperaturen(^{o}C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	4,7	13,0	1,06	0,009	7,0	15,2	2,8	0,022	9,2	18,4	4,65	0,031
Feb	6,7	13,9	1,34	0,008	9,0	18,0	2,9	0,021	10,7	19,6	3,58	0,026
Mär	7,6	14,1	1,52	0,009	10,4	16,8	3,03	0,019	13,1	22,1	4,46	0,030
Apr	11,1	18,3	1,46	0,008	16,2	21,8	2,27	0,012	19,2	24,4	3,97	0,024
Mai	19,4	21,1	1,69	0,008	21,0	27,7	2,35	0,014	25,2	31,4	3,62	0,026
Jun	15,7	22,2	1,33	0,008	20,5	26,7	1,92	0,012	24,2	31,1	2,71	0,021
Jul	20,0	25,7	1,38	0,009	25,9	32,2	1,84	0,011	29,5	37,5	2,90	0,014
Aug	24,1	30,0	1,28	0,011	26,5	33,5	2,75	0,019	29,6	36,9	4,02	0,030
Sep	21,5	29,3	2,0	0,015	24,0	31,4	4,1	0,029	26,3	32,8	5,80	0,038
Okt	16,2	19,3	1,79	0,010	20,0	24,6	3,37	0,020	23,7	30,9	4,95	0,030
Nov	8,2	16,8	1,51	0,012	12,6	20,8	3,25	0,026	17,4	24,5	4,00	0,034
Dez	9,3	16,8	1,71	0,011	11,1	19,4	2,90	0,024	12,7	21,8	3,87	0,032

Kraftwerk Wehrden 1972

Kühlwassertemperaturen(^{o}C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	8,3	16,3	1,34	0,009	9,8	18.7	2,98	0,026	11,2	20,9	3,72	0,036
Feb	7,6	16,7	2,37	0,021	10,2	19,1	3,13	0,027	12,9	21,5	3,92	0,032
Mär	10,6	18,5	2,44	0,020	13,4	21,2	3,55	0,027	17,6	25,8	3,93	0,033
Apr	11,9	19,8	1,36	0,012	13,8	21,4	3,37	0,025	16,8	23,3	4,63	0,030
Mai	13,7	21,4	1,98	0,011	17,0	24,6	3,59	0,028	20,7	28,4	4,39	0,031
Jun	16,0	24,9	1,60	0,012	20,1	27,2	2,88	0,021	23,8	30,6	3,44	0,029
Jul	19,5	25,6	1,66	0,011	23,6	29,6	2,50	0,015	26,8	32,3	3,42	0,022
Aug	18,2	24,4	1,64	0,012	22,2	29,3	2,89	0,020	27,8	34,8	4,42	0,030
Sep	18,9	26,2	1,93	0,012	21,6	29,0	3,33	0,025	29,2	36,0	3,91	0,030
Okt	13,6	20,8	1,49	0,010	17,4	15,2	3,29	0,025	20,2	28,5	4,12	0,030
Nov	6,0	13,6	1,85	0,013	11,7	19,8	3,20	0,026	18,8	26,4	5,10	0,032
Dez	4,5	13,6	1,22	0,011	7,3	16,4	2,82	0,025	9,5	18,6	3,91	0,032

Kraftwerk Wehrden 1973

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.Kühlwasserentnahme(m^3/sec) 4.Aufheizung(Gcal/sec)

	min				mit				max			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jan	4,8	14,1	0,75	0,009	8,4	16,8	3,01	0,025	10,5	19,4	3,84	0,035
Feb	6,0	13,5	0,79	0,009	7,2	16,3	2,72	0,024	9,8	19,3	3,44	0,030
Mär	7,6	16,5	1,16	0,009	11,3	19,1	3,06	0,024	15,4	23,4	3,83	0,031
Apr	10,7	17,0	1,88	0,010	13,1	20,8	3,14	0,024	18,8	26,2	3,92	0,032
Mai	16,9	23,8	1,53	0,010	19,8	27,3	2,75	0,021	23,4	31,5	4,13	0,029
Jun	19,1	25,7	1,51	0,010	23,3	30,1	2,65	0,017	25,6	33,5	3,72	0,027
Jul	21,1	27,8	1,37	0,011	25,1	32,2	2,38	0,016	29,1	36,2	3,28	0,023
Aug	23,4	30,3	1,87	0,012	25,3	32,2	3,26	0,024	27,7	34,6	4,50	0,032
Sep	17,3	27,1	1,93	0,012	25,9	31,1	3,77	0,027	27,9	35,5	5,02	0,035
Okt	13,6	21,4	1,48	0,013	17,4	25,6	2,83	0,023	22,6	30,5	4,61	0,043
Nov	8,3	16,7	1,26	0,011	12,6	20,8	3,27	0,027	16,5	25,2	4,33	0,039
Dez	5,1	12,7	1,11	0,010	6,8	15,4	2,12	0,018	10,1	18,5	3,79	0,032

Kraftwerk Ensdorf 1971

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.hinter Kondensatorblock I 4.hinter Kondensatorblock II; 5.Aufheizung bei I

6.Aufheizung bei II Kühlwasserentnahme: 4,17 m^3/sec

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	Gcal/s	Gcal/s
Jan	4,0	7,5	10,0	6,0	8,5	12,0	7,0	15,3	19,0	7,0	14,5	18,0	0,0325	0,0292
Feb	7,0	9,2	11,0	7,0	9,9	12,0	10,0	17,3	19,0	7,0	15,5	18,0	0,0338	0,0263
Mär	7,0	10,0	13,0	9,0	11,2	14,0	15,0	18,3	20,0	10,0	16,9	20,0	0,0346	0,0288
Apr	13,0	16,9	20,0	15,0	18,5	23,0	21,0	24,4	28,0	21,0	24,6	28,0	0,0313	0,0321
Mai	17,0	22,5	27,0	17,0	23,8	29,0	23,0	28,3	33,0	20,0	26,0	34,0	0,0242	0,0146
Jun	18,0	22,5	27,0	18,0	23,0	28,0	18,0	25,2	33,0	21,0	25,8	29,0	0,0113	0,0129
Jul	21,0	29,2	33,0	21,0	30,5	34,0	21,0	32,0	38,0	21,0	35,1	38,0	0,0117	0,0246
Aug	27,0	30,6	34,0	29,0	32,2	36,0	31,0	34,7	38,0	32,0	35,7	40,0	0,0171	0,0213
Sep	25,0	29,4	32,0	28,0	30,8	33,0	31,0	33,5	35,0	31,0	34,3	37,0	0,0171	0,0214
Okt	18,0	23,2	29,0	20,0	25,1	30,0	25,0	29,1	33,0	18,0	28,6	33,0	0,0246	0,0225
Nov	10,0	14,9	20,0	11,0	16,9	22,0	16,0	21,6	27,0	17,0	22,2	27,0	0,0279	0,0304
Dez	11,0	13,0	14,0	12,0	15,0	17,0	13,0	18,3	20,0	13,0	19,2	21,0	0,0221	0,0259

Kraftwerk Ensdorf 1972

Kühlwassertemperaturen(^{o}C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.hinter Kondensatorblock I 4.hinter Kondensatorblock II; 5.Aufheizung bei I

6.Aufheizung bei II Kühlwasserentnahme: 4,17 m^3/sec

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	Gcal/s	Gcal/s
Jan	8,0	11,6	14,0	10,0	13,3	15,0	14,0	17,5	19,0	11,0	17,5	21,0	0,0246	0,0246
Feb	9,0	11,8	15,0	9,0	13,3	17,0	10,0	18,3	22,0	10,0	10,1	22,0	0,0271	0,0304
Mär	13,0	15,6	20,0	13,0	17,7	23,0	13,0	21,5	27,0	13,0	23,3	28,0	0,0246	0,0321
Apr	13,0	15,3	19,0	14,0	15,5	19,0	13,0	15,4	23,0	18,0	22,1	25,0	0,0004	0,0284
Mai	15,0	19,0	23,0	15,0	19,5	24,0	19,0	24,7	29,0	15,0	19,0	23,0	0,0238	-
Jun	18,0	22,2	26,0	18,0	23,1	28,0	24,0	27,9	32,0	18,0	22,2	26,0	0,0238	-
Jul	22,0	26,7	30,0	22,0	27,4	31,0	22,0	29,9	34,0	22,0	26,7	30,0	0,0133	-
Aug	20,0	24,9	29,0	20,0	25,4	29,0	22,0	28,4	33,0	20,0	24,9	29,0	0,0142	-
Sep	21,0	24,4	31,0	23,0	26,6	31,0	22,0	29,7	34,0	22,0	26,9	31,0	0,0221	0,0104
Okt	16,0	19,3	22,0	20,0	23,6	27,0	17,0	24,5	29,0	22,0	25,7	29,0	0,0217	0,0267
Nov	6,0	12,6	20,0	6,0	14,9	25,0	14,0	19,3	27,0	13,0	19,2	27,0	0,0279	0,0275
Dez	6,0	8,5	11,0	6,0	9,8	13,0	8,0	14,0	17,0	6,0	14,9	18,0	0,0229	0,0267

Kraftwerk Ensdorf 1973

Kühlwassertemperaturen(°C): 1.Einlauf(= Temperatur der Saar) 2.Auslauf

3.hinter Kondensatorblock I 4.hinter Kondensatorblock II; 5.Aufheizung bei I

6.Aufheizung bei II Kühlwasserentnahme: 4,17 m^3/sec

	1			2			3			4			5	6
	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	min	mit	max	Gcal/s	Gcal/s
Jan	6,0	9,9	12,0	8,0	12,1	15,0	9,0	15,3	18,0	10,0	17,1	19,0	0,0225	0,0300
Feb	6,0	7,8	11,0	6,0	8,7	13,0	6,0	13,9	18,0	8,0	14,3	18,0	0,0254	0,0271
Mär	8,0	12,6	17,0	10,0	14,3	19,0	11,0	18,0	23,0	15,0	19,3	24,0	0,0225	0,0279
Apr	13,0	15,2	20,0	13,0	16,5	22,0	13,0	19,5	24,0	13,0	20,6	26,0	0,0179	0,0225
Mai	19,0	21,9	26,0	20,0	22,3	27,0	20,0	23,5	28,0	20,0	24,3	31,0	0,0067	0,0100
Jun	22,0	25,8	30,0	22,0	26,7	32,0	22,0	25,8	30,0	22,0	30,4	35,0	-	0,0190
Jul	24,0	28,1	33,0	25,0	29,4	34,0	24,0	28,2	33,0	25,0	31,6	37,0	-	0,0146
Aug	27,0	28,9	32,0	27,0	30,3	33,0	27,0	28,9	32,0	27,0	32,3	35,0	-	0,0142
Sep	22,0	28,0	33,0	22,0	29,3	34,0	22,0	28,0	33,0	22,0	30,7	37,0	-	0,0113
Okt	17,0	20,8	26,0	18,0	22,0	28,0	21,0	25,5	32,0	19,0	24,7	30,0	0,0196	0,0163
Nov	10,0	15,3	20,0	10,0	16,5	22,0	13,0	21,4	27,0	13,0	21,3	27,0	0,0254	0,0250
Dez	6,0	8,4	13,0	6,0	9,3	15,0	7,0	14,7	20,0	8,0	14,3	20,0	0,0263	0,0246

Einläufe in die Saar im Stadtgebiet von Saarbrücken

linkes Ufer:

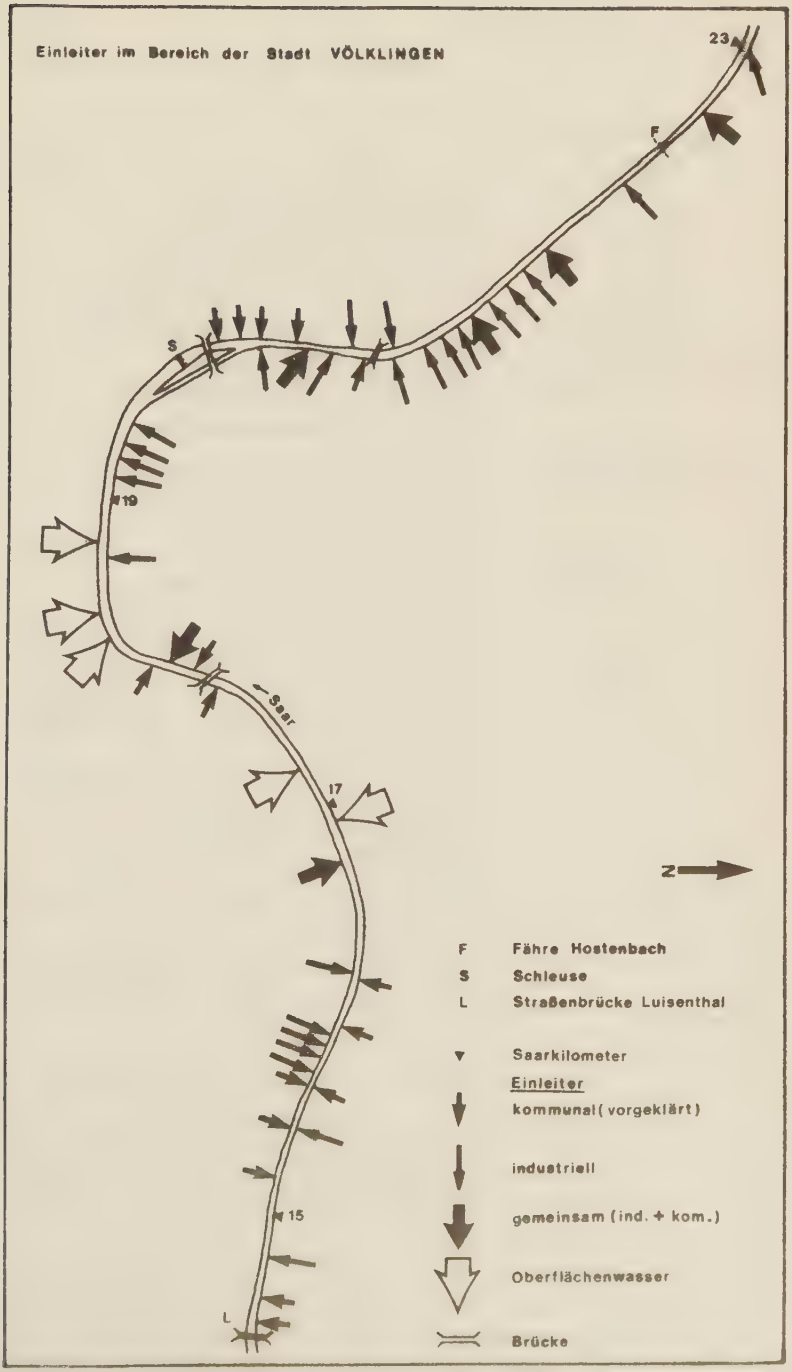
Saarkm	Art des Einlaufs
2,56053	Regenwasser
Schutzhafen	"
4,97875	"
5,10042	"
5,61943	"
5,71944	"
5,90843	"
6,07118	"
6,43770	"
6,56850	"
6,76655	"
6,89006	"
7,25389	"
7,61474	"
7,94010	"
8,18462	"
8,64895	"
8,83039	Dükeranlage
9,03000	Regenwasser
9,22977	"
9,73731	Pulverbach
10,11258	Regenwasser
10,34528	"

Einläufe in die Saar im Stadtgebiet von Saarbrücken

rechtes Ufer:

Saarkm	Art des Einlaufs
4,45640	Regenwasser
5,21498	"
5,38993	"
5,92457	"
6,28984	"
6,54052	"
6,74666	"
7,00151	"
7,33400	"
7,40300	"
7,62000	Sulzbach
7,72000	Regenwasser
7,87802	"
8,23000	Fischbach
8,82600	Regenwasser
9,26500	"
11,25378	Weyerbach
11,79500	Regenwasser
11,83333	Kläranlage
12,24840	Regenwasser
12,94850	Güchenbach
13,28014	Alsbach

Abb. 46


Einleiter im Bereich der Stadt VÖLKLINGEN
23
F
S
19
Saar
17
15
L
N
F Fähre Hostenbach
S Schleuse
L Straßenbrücke Luisenthal
Saarkilometer
Einleiter
kommunal (vorgeklärt)
industriell
gemeinsam (ind. + kom.)
Oberflächenwasser
Brücke

Alois Schäfer

Lebenslauf

Geboren am 3.1.1948 in Saarbrücken.

1954 - 1958 Besuch der kath. Volksschule Saarbrücken - St. Arnual.

1958 - 1967 Besuch des Staatlichen Ludwigsgymnasiums Saarbrücken.

15.7.1967 Ablegung der Reifeprüfung am Staatlichen Ludwigsgymnasium.

1.10.1967 - 31.3.1969 Ableistung des Wehrdienstes bei der Bundeswehr.

1.9.1969 Immatrikulation an der Universität des Saarlandes in den Fächern Biologie, Geographie und Geschichte.

1.4.1971 Beendigung des Geschichtsstudiums nach dem Besuch der zur Zwischenprüfung erforderlichen Vorlesungen und Seminare.
Erfolgreiche Teilnahme an allen für die Zulassungsprüfung zum Höheren Lehramt obligatorischen Lehrveranstaltungen in den Fächern Biologie und Geographie.
Besuch fakultativer Lehrveranstaltungen in den Fächern Chemie und Geologie.

Annahme der vorliegenden Arbeit bei Prof. Dr. Paul Müller im Frühjahr 1971.

20.10.1974 Antrag auf Zulassung zum Promotionsverfahren an der Philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes.